

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA DE CIVIL**



**DISERTACION DE GRADO PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE  
INGENIERO CIVIL**

**DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y  
PLUVIAL Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA POBLACION  
DE TANIALO, DEL CANTÓN LATACUNGA**

**HECTOR FABIAN ALMEIDA TIXILEMA**

**JUAN FERNANDO TERAN BURNEO**

**QUITO 2011**



## ***DEDICATORIA***

*A mis queridos padres, Celia y Héctor quienes  
me enseñaron desde pequeño a luchar para  
alcanzar mis metas. Mi triunfo es el de ustedes,  
¡los amo!*

*Fabián Almeida.*

## ***DEDICATORIA***

*A mis padres y hermanos que han estado junto a  
mí, y que me han dado el apoyo para concluir  
esta etapa de mi vida.*

*Juan Fernando Terán*

## **AGRADECIMIENTOS.**

*Son tantas personas quienes me han ayudado a culminar esta etapa académica importante de mi vida, por lo que les quiero brindar mis agradecimientos:*

*A mi Dios quien me dio la fe, la fortaleza, la salud y la esperanza para terminar esta meta importante.*

*A mis queridísimos padres quien con sus consejos, esfuerzo y enseñanzas han hecho que termine satisfactoriamente mi carrera profesional.*

*A mi querida hermana Patty quien con su cariño, comprensión y apoyo esta siempre a mi lado. ¡Gracias, mi muñeca!*

*A toda mi familia por su apoyo incondicional en las buenas y en las malas.*

*A mis profesores Ing. Romero, Araque y Yáñez por su tiempo, dedicación y paciencia quienes nos han guiado para culminar este objetivo.*

*Un agradecimiento especial a mí querida PAULA, quien con su amor y comprensión a pesar de la distancia me ha apoyado muchísimo para alcanzar esta meta importante en mi vida. Su cariño, comprensión y paciente espera para que pudiera terminar el grado son evidencia de su gran amor.  
¡Gracias!*

*A mis amigazos Tavinho, Saskia, Juanes, Juan Fer, Alejo, Sebas, Gaby y Dianita con quienes hemos compartido momentos inolvidables a lo largo de toda la carrera.*

*Fabián Almeida*

## **AGRADECIMIENTOS.**

*A mi Churona por bendecir cada momento de esta trayectoria, y permitir que este etapa culmine con éxito.  
A mis padres quienes me han ayudado incondicionalmente y me han dado la fuerza para terminar mis estudios universitarios.*

*A mis hermanos que han sido un ejemplo a seguir en mi formación profesional.*

*A mi querida Pao, quien con su amor me ha acompañado en la elaboración de este trabajo para que mis objetivos se cumplan fácilmente, y trazar nuevas metas en mi vida.*

*A mi compañero de tesis quien con su insistencia ha hecho que terminemos esta meta.*

*A Iván, Vic, Chino, y amigos de la facultad con quienes hemos tenido buenas experiencias y hemos salido juntos adelante.*

*A mi familia en general quienes de una u otra manera han hecho que esta etapa de mi vida culmine satisfactoriamente.*

*A todos los Ingenieros, quienes de buena manera han transmitido sus conocimientos para ser un buen profesional.*

*Juan Fernando Terán.*

## TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN .....	x
CAPITULO I .....	1
GENERALIDADES .....	1
1.1 Introducción .....	1
1.2 Objetivo y alcance.....	1
1.3. Descripción General de la Zona.....	2
1.3.1. Situación Geográfica.....	3
1.3.2. Situación Socio-económica.....	5
CAPITULO II.....	7
Investigaciones y Trabajos de Campo .....	7
2.1 Hidrología .....	7
2.2. Climatología.....	7
2.3. Estudios Topográficos .....	8
CAPITULO III.....	9
DISEÑO DE LOS ALCANTARILLADOS SANITARIO Y PLUVIAL .....	9
3.1 Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario .....	9
3.1.1 Introducción .....	9
3.1.2 Disposiciones Generales para el Diseño. ....	10
3.1.3 Disposiciones Específicas para el diseño.....	11
3.1.4 Análisis Conceptual del Diseño .....	12
3.1.5 Bases de Diseño .....	12
3.1.5.1 Período de Diseño .....	13
3.1.5.2 Población.....	13
3.1.5.3 Áreas Tributarias.....	14
3.1.5.4 Caudales de Diseño .....	15
3.1.5.4.1 Caudal de Aguas Servidas .....	15
3.1.5.4.2 Caudal Máximo Instantáneo Final .....	16
3.1.6 Hidráulica del Sistema de Alcantarillado.....	17
3.1.6.1 Recomendaciones para el Diseño de Red Alcantarillado Sanitario. ....	17

3.1.6.2 Cálculos Hidráulicos de la Red de Alcantarillado Sanitario.....	21
3.1.7. Generalidades.....	28
3.1.7.1 Sistemas de Depuración de Aguas Residuales y selección .....	30
3.1.7.2 Tratamiento primario, sus componentes .....	31
3.1.7.3 Diseño del Sistema.....	33
3.2 Diseño del Sistema de Alcantarillado Pluvial.....	34
3.2.1 Introducción .....	34
3.2.2 Disposiciones Generales .....	34
3.2.3 Disposiciones Específicas .....	34
3.2.4 Análisis Conceptual de la Alternativa de Diseño.....	35
3.2.5 Bases de Diseño .....	37
3.2.5.1 Período de Diseño.....	38
3.2.5.2 Período de Diseño .....	38
3.2.5.3 Áreas Tributarias.....	40
3.2.5.4 Caudal de Diseño de aguas lluvias .....	40
3.2.6 Hidráulica del Sistema de Alcantarillado.....	47
3.2.6.1 Recomendaciones para el Diseño de Red Alcantarillado pluvial .....	47
3.2.6.2 Cálculos Hidráulicos de la Red de Alcantarillado pluvial.....	51
3.2.6.3 Diseño de las estructuras de descarga.....	55
<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>62</b>
<b>Evaluación de los Impactos Ambientales .....</b>	<b>62</b>
4.1 Características Físicas Ambientales.....	62
4.2 Necesidades de Evaluación de los impactos .....	62
4.3 Determinación y Evaluación en los Sistemas de Alcantarillado.....	63
4.3.1 Bases de Diseño .....	63
4.3.2 Metodología de Evaluación .....	63
4.3.3 Factores Ambientales.....	64
4.3.3.1Análisis Ambiental del Sistema de Alcantarillado.....	65
4.3.3.2 Aspectos Ambientales Operación y Mantenimiento .....	57
4.3.3.3 Impactos durante la construcción .....	57
4.3.3.4 Impactos durante la operación y mantenimiento .....	57
4.4 Medidas de Mitigación de impactos negativos .....	58
4.4.1 Medidas para Mitigar Impactos Ambientales negativos durante la ejecución .....	59



4.4.2 Medidas para Mitigar Impactos Ambientales negativos durante la operación. ....	62
CAPITULO V .....	63
Especificaciones Técnicas de Construcción y Materiales .....	63
5.1 Especificaciones Técnicas de la Construcción.....	63
5.2 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MATERIALES.....	111
CAPITULO VI .....	123
Presupuestos y Programación de las Obras .....	123
6.1 Componentes de Precios Unitarios .....	123
6.2 Costos básicos de los materiales y mano de obra. ....	124
6.3 Análisis de Precios Unitarios .....	126
6.4 Presupuesto de Obra .....	126
6.5 Cronograma de Ejecución de educación de obra .....	126
CAPITULO 7.- .....	127
Conclusiones y Recomendaciones.....	127
7.1. Conclusiones .....	127
7.2. Recomendaciones .....	128
BIBLIOGRAFIA .....	130
ANEXOS .....	131

## **RESUMEN**

El presente estudio consiste en los diseños de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial y tratamiento de aguas servidas para la población de Tanialo, del catón Latacunga. La dotación del alcantarillado sanitario y pluvial es de vital importancia para esta comunidad para que las aguas servidas y lluvias sean aprovechadas de mejor manera, ya sea para el sector agrícola o ganadero del lugar; siempre y cuando se tenga un adecuado tratamiento.

Se utilizará tubería de PVC en este proyecto debido a la facilidad de instalación y el rápido tiempo de colocación ya que no se necesita de mano de obra ni equipo especializado para su colocación. El área total que cubrirá la ejecución de la obra es de 17,9 hectáreas, las cuales comprenden una población rural básicamente con casas pequeñas de un piso en su mayoría.

El presente estudio comprende, investigaciones de campo y diseños preliminares para los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial que fueron realizados con la ayuda del programa SEWERCAD, además de una evaluación minuciosa de impactos ambientales ya sean estos positivos o negativos durante el proceso de ejecución, también de un presupuesto y cronograma de obra, que ayudaran a tener una idea del costo total del proyecto y el tiempo que demorará su construcción.

El diseño y posterior construcción ayudará a la población a mejorar la calidad de vida y también a evitar las posibles enfermedades que se presentan por la falta de tratamiento de las aguas lluvias y servidas.

# **CAPITULO I**

## **GENERALIDADES**

### **1.1 Introducción**

La parroquia de Tanialo, está ubicada a 5 Km al Oeste de la ciudad de Latacunga, cuenta actualmente con servicios básicos como son agua, luz eléctrica, telefonía móvil pero carece de alcantarillado sanitario y pluvial lo que ocasiona un gran problema para la población sobre todo en el período invernal. Por tal motivo es de mucha importancia el diseño y la construcción de la red de alcantarillado pluvial y sanitario que ayudará a resolver el problema de saneamiento ambiental del sector para de esta manera mejorar la calidad de vida de los moradores del lugar.

### **1.2 Objetivo y alcance**

#### **Objetivos**

Realizar un diseño ajustado a la realidad, con las actuales recomendaciones técnicas y económicas de alcantarillado separado, pluvial y sanitario de este sector, acorde a la realidad socio-económica de la zona tomando en cuenta los posibles riesgos de impacto ambiental del sector. Mejorar la calidad de vida de los habitantes de esta comunidad.

Poner en práctica los conocimientos adquiridos durante toda la carrera de Ingeniería Civil.

Elaborar un presupuesto referencial para que la comunidad tenga conocimiento de los gastos que se tendrán al llevar a cabo este proyecto. Elaborar planos, especificaciones técnicas, presupuesto y programación de construcción

### **Alcance**

Determinar las dimensiones de las tuberías necesarias para la mejor evacuación de las aguas servidas y lluvias desde el punto de visto técnico económico.

Diseñar el sistema de tratamiento de las aguas negras y las descargas de las aguas lluvias.

Calcular las cantidades de obra para la elaboración del presupuesto respectivo que permitan obtener financiamiento para la construcción del proyecto.

Determinar mediante el estudio de Impacto Ambiental los efectos negativos que pudieran ocasionarse y buscar las soluciones adecuadas para reducir estos efectos negativos.

## **1.3. Descripción General de la Zona**

El lugar donde se llevará a cabo el estudio comprende un área irregular, se encuentra poblada completamente, además cuenta con vías de acceso que nos ayudaran para una adecuada descarga del alcantarillado pluvial, ya que esto es una necesidad prioritaria en la población.

Por estar cerca de la ciudad de Latacunga, no dispone de escuelas, colegios ni guarderías por tal motivo los jóvenes tienen que viajar hasta Latacunga para utilizar estos servicios. Para poder trasladarse a la parroquia de Tanialo se lo puede hacer tomando un bus de la flota Pelileo en el Terminal terrestre de Latacunga que deja en el lugar ya que este transporte tiene como destino la laguna del volcán Quilotoa<sup>1</sup>. Este servicio tiene un costo de 35 centavos de dólar, y el servicio es muy eficiente ya que los buses salen con un intervalo de 15 minutos.

Actualmente las vías de acceso a Tanialo están en un excelente estado ya que al estar de paso al volcán Quilotoa tiene una gran afluencia de turistas sobre todo extranjeros.

La Directiva de la comunidad está estructurada de la siguiente manera:

- Presidenta de la junta parroquial
- Vicepresidente
- Secretario
- Tesorero
- Vocales

### **1.3.1. Situación Geográfica**

Región : Sierra

Provincia: Cotopaxi

---

<sup>1</sup> Gobierno Municipal Cantón Puerto Quito. Departamento de Obras Públicas

Cantón: Latacunga

Parroquia: Tanialo

Latitud: S 1° 1' 20"

Longitud: W 78° 37' 5"

Clima: 12° C a 20° C

Cota altimétrica: 2893 m s n m (promedio)

Población: 1 .000 (estimación 2008)

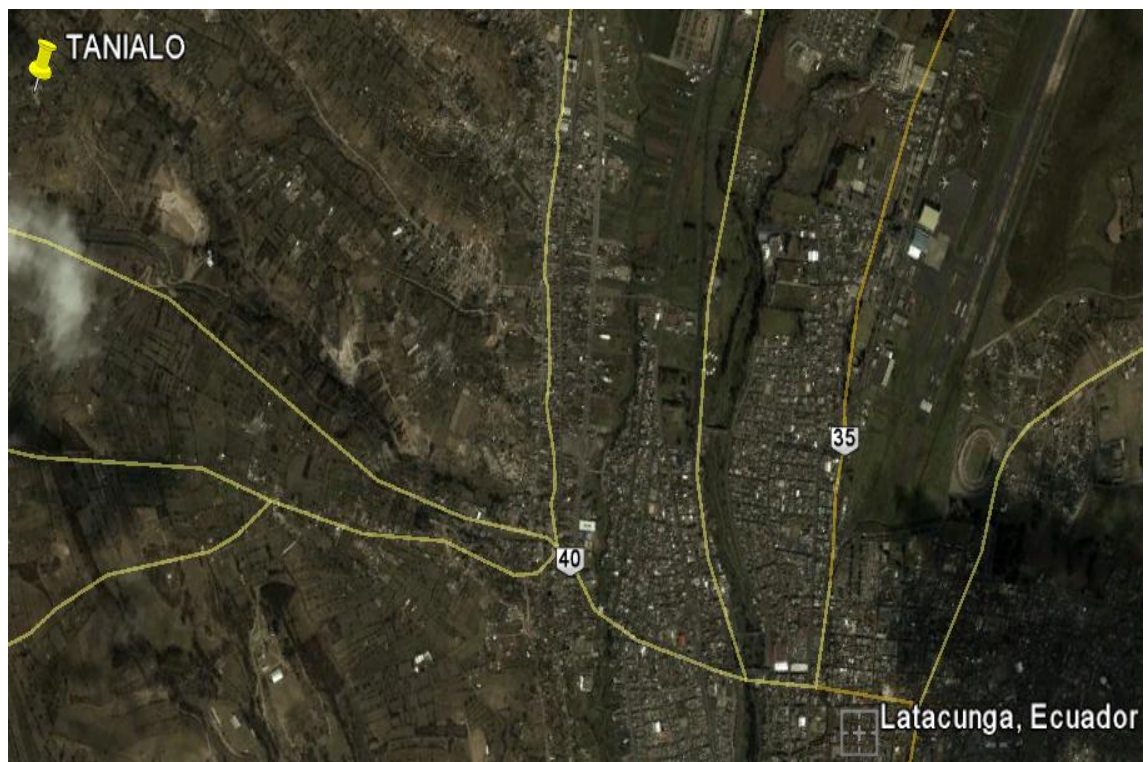
Distancia a Guayaquil: 335 km. aprox.

Distancia a Quito: 89 km. Aprox.<sup>2</sup>



---

<sup>2</sup> Programas de Saneamiento para Comunidades Rurales y pequeños Municipios del Ecuador



Tanialo, está ubicado a 5 km kilómetros al oeste de la ciudad de Latacunga, entre las cordilleras Central y Oriental de los Andes, constituye uno de los atractivos turísticos de la región. Rodeado de dorados pajonales, altas montañas, en medio de una cultura que guarda en su corazón la originalidad andina y una alfombra natural de cultivos y colores.

### **1.3.2. Situación Socio-económica**

La presencia de actividad volcánica en la zona ha llevado a la acumulación de depósitos de piedra pómez que actualmente están siendo extraídos, así como la presencia de agua con gas, que es embotellada bajo la marca San Felipe. Se dice que las ruinas vecinas de un antiguo pueblo nativo datan de la época de los Incas.



Además esta población se dedica a la confección de pantalones de tela así como a la panadería y a la agricultura produciendo productos como: maíz, frejol, arveja, papas, cebada.

### **Información de salubridad**

Entre los problemas de Salud detectados se encuentran más comúnmente enfermedades diarreicas, respiratorias y gripa que afecta principalmente a los niños y ancianos. Los pobladores que sufren de cualquier tipo de enfermedades se trasladan a los centros de salud mas cercanos ubicados en Latacunga y dependiendo de la gravedad de la enfermedad hacia Ambato o Quito.

En lo referente a la basura, no existe por el momento un sistema de recolección , y se ha constatado que la gran mayoría bota la basura a cielo abierto en quebradas o también la queman.

### **Tipo de Asentamientos**

Los asentamientos poblacionales en el sector son muy dispersos, Tanialo no cuenta con instituciones bancarias, centros comerciales institucionales o industriales, lo que ha provocado que la mayor parte de la población se traslade a distintos lugares de trabajo principalmente en el cantón Latacunga, disminuyendo el progreso del lugar.

## **CAPITULO II**

### **Investigaciones y Trabajos de Campo**

El objetivo y alcance de este proyecto es utilizar las herramientas de investigación y de campo para tener una guía práctica al momento de relacionar factores socio - económicos, poblacionales y de salubridad para lograr obtener el diseño más económico y funcional para servir a la población de Tanialo. Una vez ejecutado el proyecto, la población deberá tener la capacidad de asimilar el proyecto de alcantarillado en factores como recursos para el pago, utilización del mismo y ambiente que los rodea como la topografía, tipo de suelo, etc.

#### **2.1 Hidrología**

En la zona donde se va a efectuar el proyecto de alcantarillado sanitario y pluvial consta de dos quebradas:

- Pailahuayco
- Parcayacú

#### **2.2. Climatología**

En esta población encontramos un clima frío y con fuertes vientos debido a la localización de 2893 msnm, las variaciones en el clima son muy violentas ya que

puede pasar de un despejado a un nublado muy intenso en cuestión de minutos. La temperatura oscila entre 12 °C y 20 °C siendo las mínimas en las mañanas y en la noche.

### **2.3. Estudios Topográficos**

Previo al levantamiento se efectuó un reconocimiento general del terreno, así como la localización exacta de las calles, de las quebradas principales que atraviesan la comunidad, zanjas, cursos de agua y en general todos aquellos accidentes geográficos naturales o artificiales que guardan relación con el proyecto en estudio además se hizo el reconocimiento de las zonas de futuro desarrollo.

Además se realizaron 2 tipos de levantamientos topográficos:

**Planimétrico.-** Que toma en cuenta la proyección del terreno en un plano horizontal, la cual nos ayuda a medir distancias horizontales y calcular las áreas.

**Altimétrico.-** Que nos ayuda a medir las diferencias de nivel o elevación entre los diferentes puntos del terreno, los cuales representan las distancias verticales medidas a través de un plano horizontal de referencia.

## **CAPITULO III**

### **DISEÑO DE LOS ALCANTARILLADOS**

#### **SANITARIO Y PLUVIAL**

### **3.1 Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario**

#### **3.1.1 Introducción**

Las redes de alcantarillado son estructuras hidráulicas que funcionan en la mayoría de casos a gravedad, su objetivo principal es transportar las aguas negras para conducir las hasta una planta de tratamiento. Ocasionalmente, y por tramos pequeños, están constituidos por tuberías que trabajan bajo presión. Normalmente son canales de sección circular, oval, o compuesta, enterrados la mayoría de las veces bajo las vías públicas.

Para el diseño de estos sistemas se usan las bases que se encuadran en las “Normas Tentativas para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Sistemas de Alcantarillado Urbano y Rurales” emitido por el IEOS (Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias) y actualmente aceptadas por la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental.

Las bases de diseño toma en cuenta los siguientes aspectos :

- Período de diseño
- Área de diseño
- Área de aportación
- Caudales de diseño

### **3.1.2 Disposiciones Generales para el Diseño.<sup>3</sup>**

En el diseño de alcantarillados podemos tener 3 posibilidades:

- Diseñar un sistema separado que comprenda el sistema de alcantarillado sanitario para recoger únicamente aguas servidas, y el sistema de alcantarillado pluvial para recoger solo las aguas lluvias
- Diseñar un sistema combinado que recolecte aguas lluvias y servidas en una misma red. El sistema combinado puede ser utilizado cuando es indispensable transportar las aguas lluvias por conductos que están enterrados y no se puede emplear sistemas de drenajes superficiales, debido al tamaño de las áreas a drenar, la configuración topográfica del terreno o las consecuencias económicas de las inundaciones.
- Diseñar un sistema mixto que proyecta un sistema separado para una zona y un sistema combinado para otra zona.

---

<sup>3</sup> Subsecretaría de Saneamiento Ambiental, SSA( EX \_IEOS) Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes. Quito 1993.

El IEOS recomienda diseñar sistemas de alcantarillado separados con el objeto de preservar las aguas de posibles contaminaciones.

Para un correcto diseño de alcantarillado se deben seguir las normas establecidas para el diseño, las cuales nos dicen que la velocidad mínima dentro de la tubería será 0,30 m/s para evitar la acumulación de sedimentos. Es necesario tomar en cuenta la relación del calado dentro de la tubería, es decir el nivel hasta donde subió el flujo desde el fondo de esta. La relación del calado con respecto al diámetro de tubería debe ser no más del 80%, La separación entre pozos según normas son 100 m para tuberías de hasta 400mm, y el diámetro mínimo debe ser de 200mm.

### **3.1.3 Disposiciones Específicas para el diseño**

Para esta zona se tiene previsto la utilización de tubería de PVC debido a que son fáciles de colocar y muy ligeras para transportar, también que resiste mucho la exposición a sustancias corrosivas y químicas. Este tipo de tuberías con respecto a las tuberías de hormigón o tuberías metálicas aseguran bajas pérdidas por fricción debido a sus lisas superficies interiores que hacen que el flujo del agua sea elevado, lo que garantiza que el caudal que se va a transportar va hacer el mismo desde el inicio hasta el final de la vida útil de este tipo de tubería. El costo de este material es muy económico debido a que no se necesita herramientas especiales para instalar ni tampoco personal capacitado para su colocación. Esta zona necesita que el proyecto sea realizado rápidamente debido a que Tanialo ya cuenta con servicios de agua potable y no tienen un sistema para descargar y tratar las aguas servidas y se lo realice completamente en una sola etapa ya ha provisto los fondos para dicha obra.

### **3.1.4 Análisis Conceptual del Diseño**

Se previó para este diseño que el recorrido de las tuberías sea por debajo de las calles y no atraviesen la propiedad privada, además que se tenga facilidad para dar el respectivo mantenimiento a todos los componentes de este sistema como son pozos de revisión, tapas, escaleras, etc. Este proyecto contará con una planta de tratamiento de aguas servidas primario para el máximo aprovechamiento del agua tratada que posteriormente será utilizada en las labores de riego.

### **3.1.5 Bases de Diseño**

Son conjuntos de coeficientes, parámetros y procedimientos normalizados que se usan para optimizar las dimensiones del proyecto. En el caso de nuestro país utilizamos las que estableció el IEOS (Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias) actualmente adoptada por la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental.

Durante el funcionamiento del sistema de alcantarillado se debe cumplir la condición de auto limpieza para limitar la sedimentación de arena y otras sustancias sedimentables (heces y otros productos de desechos) en los colectores. La eliminación continua de desechos es costosa y en caso de no dar el adecuado mantenimiento se puede tener problemas por obstrucción y taponamiento.

### **3.1.5.1 Período de Diseño <sup>4</sup>**

El periodo de diseño es por definición el tiempo que transcurre desde la iniciación del servicio del sistema, hasta que por falta de capacidad o mal uso, sobrepasan las condiciones establecidas en el proyecto. Es decir aquel tiempo dentro del cual el sistema funcionará satisfactoriamente.

Para redes de distribución es conveniente poner un periodo de diseño que varía entre 25 y 30 años y para poblaciones pequeñas este periodo se puede tomar de 15 a 20 años.

El periodo de diseño para este proyecto se tomó de 20 años debido a que es una población en vías de desarrollo por tal motivo en un tiempo futuro será necesario un rediseño del sistema.

### **3.1.5.2 Población**

Se requiere estimar la población al final del período de diseño y para el cálculo de la población futura es necesario tener en cuenta los datos estadísticos de los últimos censos para poder aplicar el método de crecimiento geométrico el cual está dado por la siguiente expresión:

$$Pf=Po*e^{kg*(tf-to)}$$

Donde:

Po= Población inicial o de partida para un tiempo ti

Pf= Población final para un tiempo tf (tiempo en el que se quiere la proyección)

---

<sup>4</sup> Burbano, Guillermo. Criterios Básicos de Diseño para sistemas de Agua Potable y Alcantarillado, Quito PUCE 1993 p. 5



$K_g$ =Constante o incremento geométrico que se obtiene a partir de los censos

Para el presente proyecto se tomaron los datos facilitados por la directiva de la comunidad de Tanialo.

### **3.1.5.3 Áreas Tributarias**

Las áreas tributarias son superficies pequeñas que resultan de dividir toda el área de terreno, para estimar la aportación de agua en cada tramo de tubería, para realizar las divisiones se debe realizar un estudio de zonificación y densidades de acuerdo a factores que puedan influir en el proyecto.

Para el trazado de las áreas tributarias se toma en cuenta los siguientes criterios:<sup>5</sup>

- Si la zona es relativamente plana y con manzanas sensiblemente cuadradas, la superficie de drenaje, para cada tubería, se obtiene trazando diagonales entre pozos de revisión.
- Si la zona es relativamente plana y con manzanas sensiblemente rectangulares, se divide el rectángulo en dos mitades por los lados menores y luego se trazan rectas inclinadas a  $45^0$  desde las esquinas, teniendo como base los lados menores, para formar triángulos y trapecios como áreas de drenaje.
- Si la topografía es irregular, se deberá realizar un análisis detallado de las zonas en las cuales el procedimiento de división antes indicado no es

---

<sup>5</sup> Subsecretaría de Saneamiento Ambiental, SSA( EX \_IEOS) Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes. Quito 1993. Pag 59.

aplicable, debiendo recurrirse a las curvas de nivel para la determinación de las áreas de drenaje.

#### 3.1.5.4 Caudales de Diseño

##### 3.1.5.4.1 Caudal de Aguas Servidas

Para el diseño del alcantarillado sanitario se deben tomar en cuenta los siguientes tipos de caudales de aguas servidas, que se describen a continuación:

- **Caudal Medio Inicial.-** Se utiliza generalmente para verificar la capacidad de auto limpieza de la red de alcantarillado. Este caudal se determina con la siguiente expresión:

$$Q_{mi} = \frac{\text{poblacion inicial} \times \text{dotacion inicial}}{86400 \text{ s/dia}} \times \text{factor A}$$

- **Caudal Medio Final.-** Sirve de referencia para el dimensionamiento de estaciones de bombeo, plantas de tratamiento y otras obras anexas.

$$Q_{mf} = \frac{\text{poblacion final} \times \text{dotacion final}}{86400 \text{ s/dia}} \times \text{factor A}$$

El valor que se tiene del factor A esta entre el 0.7 y 0.8, este valor considera la cantidad de agua que ingresa al domicilio y que sale como aguas servidas.

#### 3.1.5.4.2 Caudal Máximo Instantáneo Final

Se obtiene multiplicando el caudal medio diario al final del período de diseño por un coeficiente de mayoración (k) que toma en cuenta el aporte simultáneo de aguas servidas desde los aparatos sanitarios.

$$Q_{max\ inst} = Q_{mf} \times K$$

El coeficiente k, para caudales medios, que varíen entre 0,004m<sup>3</sup>/s y 5,0 m<sup>3</sup>/s, es igual a:

$$K = \frac{2.228}{Q^{0.073325}}$$

K = relación entre el caudal máximo instantáneo y el caudal medio diario.

Q = Caudal medio diario de aguas servidas domesticas en m<sup>3</sup>/s

Para el diseño de tuberías cuyo caudal medio futuro sea inferior a 0,004 m<sup>3</sup>/s, el factor k puede ser tomado constante e igual a 4.

#### VELOCIDAD MINIMA, MAXIMA Y DE AUTOLIMPIEZA<sup>6</sup>

Es muy importante tomar en cuenta la velocidad de las aguas servidas en este tipo de proyectos debido a dos razones:

---

<sup>6</sup> SSA. Normas para el Estudio y Diseño. Op. Cit . pag 276.

- Si la velocidad es muy baja e produce la sedimentación de los sólidos en la tubería y consecuentemente el taponamiento y colapso de los conductos, como también la acumulación de gases en la tubería.

- Al tener una velocidad muy elevada se produce la erosión del material.

La velocidad en cualquier tipo de colectores no debe ser menor que 0,30 m/s, para garantizar condiciones de auto limpieza en el futuro y además 0,30 m/s para caudal medio inicial; y preferiblemente mayores que 0,60m/s para evitar la acumulación de gases en el líquido que conduce la tubería.

### **3.1.6 Hidráulica del Sistema de Alcantarillado**

#### **3.1.6.1 Recomendaciones para el Diseño de Red Alcantarillado Sanitario.**

Para realizar el diseño de la red de alcantarillado sanitario utilizamos la fórmula de Mannig ya que en ella se puede incluir el coeficiente de rugosidad del material que para nuestro caso es de 0,10 para P.V.C.

Flujo en tuberías parcialmente llenas

Las relaciones que ligan el escurrimiento a tubo lleno con el parcialmente lleno, se calculan a partir de las siguientes ecuaciones:

$$\frac{v}{V} = \frac{N}{n} * \left( \frac{r}{R} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Dónde:

v = velocidad flujo parcialmente lleno (m/s)

V = velocidad flujo totalmente lleno (m/s)

n = coeficiente de rugosidad en flujo parcialmente lleno

N = coeficiente de rugosidad en flujo totalmente lleno

r = radio hidráulico del flujo parcialmente lleno (m)

R = radio hidráulico del flujo totalmente lleno (m)

$$\frac{q}{Q} = \frac{N}{n} * \frac{a}{A} * \left( \frac{r}{R} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Dónde:

q = caudal flujo parcialmente lleno (m3/s)

Q = caudal flujo totalmente lleno (m3/s)

a = área, sección a flujo parcialmente lleno (m2)

A = área, sección a flujo totalmente lleno (m2)

Para un adecuado aprovechamiento se procuró que la tubería vaya enterrada paralelamente al perfil de la calle, con una adecuada pendiente para que el diseño sea óptimo y económico.

Otro factor que se tomó en cuenta es que la profundidad de los pozos no sea muy grande ya que si sobrepasa de los 4 m. se deberían entibar las paredes de los pozos para evitar deslizamiento de los taludes.

La capacidad a la que estará trabajando la tubería será un 60 % para que exista un margen de seguridad en caso de que se aumente el caudal ya que nunca las tuberías deberían trabajar a presión y también para que exista ventilación para evacuación de los gases que emanan las aguas servidas.

Se debe considerar que al haber cambios de pendiente bruscos, cambios en las secciones de velocidad o de caudal se producen transiciones que hacen que exista pérdida de energía la cual puede compensarse con la caída de la solera en el conducto, las cuales pueden ser:

- Si al pozo de revisión llega una sola tubería, debe dejarse una caída de 3 cm entre las cotas de la tubería de llegada y la de salida.
- Si al pozo de revisión llegan dos tuberías, debe dejarse 6cm de caída a partir de la cota de la tubería más baja.
- De la misma manera si el caso es que al pozo de revisión llegan tres tuberías, se debe dejar 9 cm de caída a partir de la cota de la tubería más baja.

Para el caso de los pozos de revisión, estos deberán estar separados a una distancia máxima de 100m en tuberías de 200mm. Estos nos ayudarán a realizar un mantenimiento en la tubería e inspeccionarlo en caso de que existan problemas de

obstrucción. Deberá existir una tapa de por lo menos 60cm de diámetro para que permita el ingreso del personal de inspección y limpieza.

Otro elemento que se tomará en cuenta en el sistema son los pozos de salto. Estos se construirán cuando la diferencia de alturas entre la tubería de llegada y de salida sean mayores a 0.90m. Se deberá construir una tubería vertical que intercepte el flujo para que luego lo deposite en el fondo del pozo y pueda permitir el mantenimiento del personal de limpieza.

En cuanto a las conexiones domiciliarias, estas permiten el acarreo de las aguas residuales desde los domicilios hasta la tubería principal del alcantarillado. Estas deberán ser cajas de revisión de 0.6 x0.6 m de sección horizontal y el fondo a una profundidad no menor a 1 m y la tubería que conecta la caja de revisión con la tubería del alcantarillado debe formar un ángulo de 45 grados en dirección del flujo del tubo receptor.

### 3.1.6.2 Cálculos Hidráulicos de la Red de Alcantarillado Sanitario

#### CALCULO DE LA POBLACION FINAL

Para redes de distribución es conveniente poner un periodo de diseño que varía entre 25 y 30 años y para poblaciones pequeñas muy necesitadas este periodo se puede tomar de 15 a 20 años.

El periodo de diseño para este proyecto se tomara de 20 años debido a que es una población en vías de desarrollo por tal motivo en un tiempo futuro será necesario un rediseño del sistema.

Para nuestro caso se tomaron datos de la población del censo que se realizo en el 2008 que nos fueron facilitados por la junta parroquial de Tanialo .

Según el INEN en el código de práctica del sistema de abastecimiento de agua potable, disposiciones de excretas y residuos líquidos en el área rural, En la cuarta parte en el punto 4 disposiciones específicas, 4.2.4.

Para el cálculo de la tasa de crecimiento poblacional se tomará como base los datos estadísticos se adoptará para la proyección geométrica los índices de crecimiento indicados en la tabla 5.1

REGION GEOGRAFICA		r(%)
Sierra		1
Costa, oriente y Galápagos		1,5



Por lo tanto, se trabajara con el coeficiente de incremento geométrico de 1,00, ya que el cantón pertenece a la región sierra.

### **MODELO MATEMATICO: CRECIMIENTO GEOMETRICO**

$$Pf = [Pi * e]^{(r * (tf - ti))}$$

Pf = Población futura.

Pi = Población inicial.

r = Coeficiente de incremento geométrico.

tf = tiempo final

ti = tiempo inicial.

La población futura se determina para un período de diseño de por lo tanto los datos que se tienen son:

$$r = 1,0\% \quad 0,01$$

$$Pi (2008) = 1000 \quad \text{Hab}$$

$$tf = 2028$$

$$ti = 2008$$

$$Pf = 405 * e^{(0,01) * (2031-2011)}$$

$$Pf = 1221 \quad \text{Hab}$$

### **DENSIDAD POBLACIONAL FUTURA**

$$\text{Densidad Poblacional futura} = Pf / \text{Area}$$

$$\text{AREA TOTAL PROYECTO} = 17,931 \quad \text{Ha}$$

$$Dpf = 68,12 \quad \text{Hab/ha}$$

## DOTACION

Según el INEN en el código de practica del sistema de abastecimiento de agua potable , disposiciones de excretas y residuos liquidos en el area rural En la cuarta parte en el punto 4.4 dotaciones especificas, 4.2.4 En la tabla 5.3 se presentan las dotaciones correspondientes a los diferentes niveles de servicio

POBLACION FUTURA	CLIMA	DOTACION MEDIA FUTURA (lt/hab dia)
1000 - 10000	FRIO	150 - 180
	TEMPLADO	160 - 190
	CALIDO	170 - 200
	160	

Por lo tanto se utilizara el nivel de servicio Iib (DRL - SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO) TABLA 5.23.1.7. Tratamiento de las Aguas Residuales

$$\text{Dot} = 160 \quad \text{l/Hab} \cdot \text{dia}$$

## CALCULOS DE CAUDALES DE DISEÑO

Caudal Medio Final

$$Q_m = \text{Población final} \cdot \text{Dotación} \cdot \text{Factor A}$$

$$86400 \text{ s/día}$$

$$Q_m = 1221 \text{ Hab} \cdot 160 \text{ l/Hab} \cdot \text{dia} \cdot 0.8$$

$$86400 \text{ s/dia}$$

$$Q_m = 1,809 \quad \text{l/s}$$

Para expresarlo en unidades de área, dividimos para el área futura.

$$Q_m = 1,809 \text{ l/s}$$

$$17,931 \text{ ha}$$

$$Q_m = 0,1009 \quad \text{l/s*ha}$$

**Caudal Máximo Instantáneo Final:**

$$Q_{\text{máx instant.}} = Q_{mf} * K$$

donde:

$Q_{mf}$  = Caudal medio final en m<sup>3</sup>/s

$K$  = Coeficiente de espontaneidad.

$$Q_{\text{máx instant.}} = 0,1009 \text{ (l/s*ha)} * 4$$

$$Q_{\text{máx instant.}} = 0,4037 \quad \text{l/s*ha}$$

**Caudal de Infiltración:**

$$Q_{\text{infiltr}} = 0$$

**Caudal de aguas lluvias ilícitas:**

$$Q_{\text{a. lluvias ilicit.}} = 80 \text{ l/Hab*día}$$

$$Q_{\text{a. lluvias ilicit.}} = \frac{80 \text{ l} * 495 \text{ Hab}}{\text{Hab*día}} * \frac{1 \text{ día}}{86400 \text{ s}}$$

$$Q_{\text{a. lluvias ilicit.}} = 1,1309 \quad \text{l/s}$$

Para expresarlo en unidades de área, dividimos para el área futura.

$$Q_{\text{a. lluvias ilicit.}} = \frac{1,1309}{17,931}$$

$$Q_{\text{a. lluvias ilicit.}} = 0,0631 \quad \text{l/s*ha}$$

### CAUDAL SANITARIO TOTAL:

$$Q_{\text{san. Total}} = Q_{\text{máx instan.}} + Q_{\text{infiltr.}} + Q_{\text{A. lluvias ilict.}}$$

$$Q_{\text{san. Total}} = 0,4037 \text{ l/s*ha} + 0 + 0,0631 \text{ l/s*ha}$$

$Q_{\text{san. Total}} = 0,4667 \text{ l/s*ha} \longrightarrow$  Este valor se lo multiplicara por las áreas de aportación de cada tramo para obtener el caudal de diseño.

### CALCULO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO

#### DATOS

$$P_f = 1221 \text{ hab}$$

$$D_o = 160 \text{ l/hab*dia}$$

$$n_{\text{tub PVC}} = 0,010$$

$$k = 4$$

$$\text{Factor A} = 0,8$$

$$\text{Area total} = 17,931 \text{ ha}$$

$$\text{Densidad} = 68,12 \text{ Hab/ha}$$

$$Q_{\text{A. ilicidas}} = 80 \text{ l/Hab*dia}$$

$$Q_{\text{Infiltracion}} = 0 \text{ m}^3/\text{ha*dia}$$

hicimos la primera descarga en el pozo 28 para cumplir con el maximo de tramos que admite este programa y así continuar con la siguiente red.

CALCULO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO - CAUDALES										CALCULO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO - DATOS HIDRAULICOS															
NOMBRE DEL PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO ZONA: TANIALO - LATACUNGA										NOMBRE DEL PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO ZONA: TANIALO - LATACUNGA										Diametro m/h=200 mm Vmax= 5 m/s		n tubería= 0,010 Vmin= 0,3 m/s			
ROTAS N°1										OTENO DE LA TUBERIA															
Calle	Pozo N°	Tramo	Longitud (m)	Areas Apert. (m²)		Qs Total (l/s)	Qs parcial (l/s)	Qs Acumul. (l/s)	Pozo N°	Tramo	Sección	Material	TUBO LLENO					LLENA PARCIALMENTE					COTAS (m)		PROY. DE POZO (m)
				Parcial	Acum.								D (mm)	J (mm)	J (%)	V (m/s)	Q (l/s)	Qd (l/s)	d0 (%)	Vdseño (m/s)	Vmin (m/s)	TERRE	PROY.		
TRINCO	1	1-2	11,55	0,218	0,218	0,161	0,116	0,111	1	1-2	Circular	PVC	200	0,01	1	1,16	15,83	0,0025	1,00	1,14	0,30	2813,15	2812,05	1,40	
	2	2-3	31,60	0,761	0,713	0,161	0,011	0,104	2	2-3	Circular	PVC	200	0,00	0	0,20	25,01	0,0011	5,10	1,14	0,30	2813,28	2811,51	1,20	
	3	3-4	30,88	0,092	0,505	0,161	0,013	0,281	3	3-4	Circular	PVC	200	0,10	10	1,32	135,15	0,0011	1,60	1,16	0,30	2812,21	2811,11	1,40	
	4	4-5	91,21	0,518	1,053	0,161	0,296	0,482	4	4-5	Circular	PVC	200	0,11	11	5,11	161,19	0,0030	6,10	1,16	0,30	2809,11	2808,31	1,13	
	5	5-6	69,12	0,108	0,108	0,161	0,191	0,191	5	5-6	Circular	PVC	200	0,11	11	1,50	111,12	0,0013	1,10	1,11	0,30	2806,11	2801,11	1,13	
TRINCO	6	6-7	51,68	0,136	0,136	0,161	0,152	0,144	6	6-7	Circular	PVC	200	0,01	1	2,61	81,95	0,0012	6,00	1,11	0,30	2801,00	2809,51	1,13	
	7	7-8	22,11	0,135	0,269	0,161	0,063	0,486	7	7-8	Circular	PVC	200	0,01	1	1,16	15,81	0,0028	1,10	1,14	0,30	2802,58	2801,55	1,13	
	8	8-9	61,53	0,166	1,235	0,161	0,111	0,671	8	8-9	Circular	PVC	200	0,01	1	1,39	13,82	0,0131	2,20	1,14	0,30	2802,21	2801,29	1,52	
	9	9-10	90,21	0,511	1,808	0,161	0,288	0,144	9	9-10	Circular	PVC	200	0,01	1	1,16	16,00	0,0133	10,50	1,14	0,30	2802,88	2806,61	2,01	
	10	10-11	11,51	0,132	1,940	0,161	0,062	0,111	10	10-11	Circular	PVC	200	0,02	2	1,91	98,91	0,0151	10,30	1,11	0,30	2801,00	2805,55	1,13	
	11	11-12	55,09	0,288	3,228	0,161	0,135	1,081	11	11-12	Circular	PVC	200	0,09	9	3,96	121,11	0,0129	11,10	1,11	0,30	2806,11	2801,11	1,13	
	12	12-13	10,05	0,251	3,530	0,161	0,111	1,141	12	12-13	Circular	PVC	200	0,01	1	3,61	115,33	0,0113	12,30	1,11	0,30	2801,15	2800,00	1,13	
	13	13-14	56,12	0,351	3,881	0,161	0,161	1,116	13	13-14	Circular	PVC	200	0,01	1	3,60	112,95	0,0161	12,90	1,11	0,30	2802,52	2801,09	1,13	
	14	14-15	33,11	0,100	3,981	0,161	0,011	1,081	14	14-15	Circular	PVC	200	0,01	1	3,51	110,11	0,0129	13,20	1,11	0,30	2801,51	2803,11	1,13	
	15	15-16	100,00	0,595	0,595	0,161	0,218	0,171	15	15-16	Circular	PVC	200	0,01	1	1,11	15,22	0,0061	6,10	1,16	0,30	2801,11	2803,01	1,13	
TRINCO	16	16-17	99,91	0,590	1,185	0,161	0,215	0,061	16	16-17	Circular	PVC	200	0,01	1	1,62	90,22	0,0109	8,30	1,14	0,30	2801,00	2801,59	1,13	
	17	17-18	65,29	0,106	1,591	0,161	0,190	0,141	17	17-18	Circular	PVC	200	0,01	1	1,10	13,95	0,0129	9,90	1,11	0,30	2802,86	2800,29	2,09	
	18	18-19	31,11	0,051	5,661	0,161	0,011	2,116	18	18-19	Circular	PVC	200	0,01	1	1,39	13,80	0,0601	18,10	1,16	0,30	2802,31	2800,51	1,81	
	19	19-20	69,01	0,110	6,011	0,161	0,191	2,111	19	19-20	Circular	PVC	200	0,01	1	1,10	13,81	0,0611	19,40	1,17	0,30	2801,52	2801,91	1,12	
	20	20-21	99,99	0,598	0,598	0,161	0,219	0,171	20	20-21	Circular	PVC	200	0,02	2	2,19	18,28	0,0036	5,50	1,16	0,30	2802,25	2806,25	1,40	
	21	21-22	99,99	0,591	1,196	0,161	0,219	0,061	21	21-22	Circular	PVC	200	0,02	2	2,06	81,61	0,0036	8,0	1,17	0,30	2801,91	2803,15	1,13	
	22	22-23	31,60	0,138	1,334	0,161	0,028	0,141	22	22-23	Circular	PVC	200	0,01	1	2,11	85,15	0,0016	8,20	1,17	0,30	2802,61	2801,15	1,13	
	23	23-24	65,10	0,210	1,610	0,161	0,131	0,111	23	23-24	Circular	PVC	200	0,03	3	2,10	15,19	0,0119	19,60	1,11	0,30	2801,52	2801,20	1,12	
	24	24-25	99,91	0,512	2,122	0,161	0,261	0,111	24	24-25	Circular	PVC	200	0,01	1	2,55	90,12	0,0121	20,00	1,11	0,30	2801,18	2801,15	1,13	
	25	25-26	33,69	0,201	2,316	0,161	0,095	0,171	25	25-26	Circular	PVC	200	0,03	3	2,19	88,91	0,0511	20,90	1,11	0,30	2801,25	2801,22	1,13	
DESCARGA 1	26	26-27	60,31	0,219	2,825	0,161	0,111	0,161	26	26-27	Circular	PVC	200	0,03	3	2,18	18,03	0,0530	20,90	1,17	0,30	2801,11	2801,31	1,13	
	27	27-28	17,91	0,301	3,112	0,161	0,113	0,111	27	27-28	Circular	PVC	200	0,02	2	2,05	81,31	0,0628	22,00	1,14	0,30	2801,15	2801,32	1,13	
	28	28-29							28	28-29	Circular	PVC	200	0,02	2	2,05	81,31	0,0628	22,00	1,14	0,30	2801,15	2801,23	1,40	



Cote		RUTAN*2							DISEÑO DE LA TUBERIA														COTAS (m)		PROF. DE POZO (m)
		Pozo N°	Tramo	Longitud (m)	Áreas Apert. (m²)	Qs Total (l/s)	Qs parcial (l/s)	Qs Acumul. (l/s)	Pozo N°	Tramo	Sección	Mateo del	D (mm)	J (mm/m)	J (%)	TUBO LLENO V (m³/s)	Q (l/s)	Qd (l/s)	LLENA PARO ALUMENTE d (m)	d (m)	Vd (m/s)	V (m/s)	TERRE	PROY.	
	INICIO	3	5-29	1.02	0.023	0.023	0.061	0.011	8.811	8	5-29	Circular	PVC	200	0.09	8	1.11	129.19	0.0001	1.10	1.18	0.30	2912.21	2911.14	1.07
		29	29-30	65.55	0.111	0.131	0.061	0.192	8.984	29	29-30	Circular	PVC	200	0.01	1	1.62	19.62	0.0011	5.10	5.44	0.30	2912.20	2910.19	2.01
		30	30-31	51.22	0.330	0.161	0.061	0.151	8.167	30	30-31	Circular	PVC	200	0.01	1	1.18	15.96	0.0018	6.90	5.47	0.30	2911.33	2909.90	1.43
		31	31-32	16.51	0.051	0.215	0.061	0.021	8.224	31	31-32	Circular	PVC	200	0.02	2	1.61	52.12	0.0013	1.00	5.62	0.30	2910.10	2909.20	0.90
		32	32-33	23.01	0.153	0.962	0.061	0.011	8.463	32	32-33	Circular	PVC	200	0.01	1	1.11	15.29	0.0100	1.20	5.44	0.30	2910.15	2909.02	1.13
		33	33-34	51.11	0.318	1.316	0.061	0.163	8.814	33	33-34	Circular	PVC	200	0.02	2	2.00	62.96	0.0092	8.10	5.88	0.30	2910.26	2908.16	2.10
		34	34-35	52.19	0.238	1.551	0.061	0.111	8.724	34	34-35	Circular	PVC	200	0.01	1	2.69	81.13	0.0056	8.10	5.17	0.30	2909.01	2907.52	1.49
		35	35-36	55.52	0.338	0.338	0.061	0.152	8.162	35	35-36	Circular	PVC	200	0.01	1	1.12	11.59	0.0036	1.10	5.44	0.30	2908.91	2908.15	0.76
		36	36-37	39.22	0.111	2.009	0.061	0.099	8.884	36	36-37	Circular	PVC	200	0.01	1	2.61	83.91	0.0112	9.20	5.88	0.30	2906.91	2905.51	1.40
		37	37-38	63.52	0.130	2.138	0.061	0.201	1.108	37	37-38	Circular	PVC	200	0.03	3	2.39	13.11	0.0151	11.00	5.44	0.30	2905.12	2903.99	1.13
	INICIO	38	38-39	52.19	0.219	2.651	0.061	0.102	1.241	38	38-39	Circular	PVC	200	0.02	2	1.81	61.20	0.0200	12.00	5.76	0.30	2903.52	2902.08	1.44
		39	39-40	81.26	0.519	0.519	0.061	0.212	8.242	39	39-40	Circular	PVC	200	0.01	1	2.51	19.12	0.0030	5.10	5.76	0.30	2902.12	2900.99	1.13
		40	40-39	16.61	0.352	0.212	0.061	0.161	8.411	40	40-39	Circular	PVC	200	0.01	1	2.22	82.19	0.0016	6.10	5.88	0.30	2902.12	2901.29	0.83
		39	39-41	52.16	0.236	3.111	0.061	0.110	1.781	39	39-41	Circular	PVC	200	0.05	5	3.15	92.26	0.0112	13.00	1.18	0.30	2902.12	2900.99	1.13
		41	41-42	99.29	0.821	0.821	0.061	0.291	8.391	41	41-42	Circular	PVC	200	0.01	1	1.32	13.20	0.0061	6.30	5.44	0.30	2901.01	2899.11	1.90
		42	42-43	12.12	0.063	0.621	0.061	0.030	8.821	42	42-43	Circular	PVC	200	0.01	1	1.10	11.01	0.0013	6.60	5.46	0.30	2901.01	2899.62	1.39
		43	43-44	99.32	0.591	0.591	0.061	0.219	8.371	43	43-44	Circular	PVC	200	0.05	5	2.86	92.95	0.0030	5.30	5.88	0.30	2900.61	2898.11	2.50
		44	44-45	51.26	0.211	0.210	0.061	0.100	8.671	44	44-45	Circular	PVC	200	0.05	5	3.06	96.16	0.0039	6.10	5.88	0.30	2900.61	2898.11	2.50
		45	45-46	36.35	0.096	5.163	0.061	0.011	2.884	45	45-46	Circular	PVC	200	0.01	1	1.52	19.50	0.0506	11.10	5.78	0.30	2899.11	2897.62	1.49
		46	46-47	61.22	0.326	5.622	0.061	0.152	2.867	46	46-47	Circular	PVC	200	0.02	2	3.13	111.32	0.0226	15.20	1.48	0.30	2899.11	2897.00	2.11
	INICIO	47	47-48	100.00	0.500	0.500	0.061	0.231	8.324	47	47-48	Circular	PVC	200	0.01	1	3.66	111.29	0.0030	6.10	5.87	0.30	2899.11	2897.00	2.11
		48	48-49	32.21	0.099	6.229	0.061	0.016	2.887	48	48-49	Circular	PVC	200	0.02	2	3.11	112.52	0.0242	16.2	1.61	0.30	2899.11	2896.46	2.65
		49	49-50	22.65	0.510	6.782	0.061	0.236	5.176	49	49-50	Circular	PVC	200	0.09	9	1.13	129.63	0.0215	16.1	1.16	0.30	2899.11	2896.46	2.65
		50	50-51	18.21	0.296	1.096	0.061	0.138	5.611	50	50-51	Circular	PVC	200	0.12	12	5.13	120.02	0.0181	16.2	2.11	0.30	2899.11	2896.46	2.65
		51	51-52	92.22	0.119	0.119	0.061	0.210	8.211	51	51-52	Circular	PVC	200	0.06	6	3.21	100.92	0.0021	1.50	5.88	0.30	2899.11	2896.46	2.65
		52	52-53	11.51	0.210	0.118	0.061	0.126	8.656	52	52-53	Circular	PVC	200	0.15	15	5.23	161.35	0.0030	5.30	1.66	0.30	2899.11	2896.46	2.65
		53	53-54	69.26	0.200	0.200	0.061	0.091	8.887	53	53-54	Circular	PVC	200	0.06	6	3.10	106.13	0.0029	3.10	5.87	0.30	2899.11	2896.46	2.65
		54	54-55	59.12	0.139	1.065	0.061	0.065	8.487	54	54-55	Circular	PVC	200	0.12	12	5.20	182.33	0.0021	6.10	1.71	0.30	2899.11	2896.46	2.65
		55	55-56	56.13	0.218	1.313	0.061	0.116	8.811	55	55-56	Circular	PVC	200	0.02	2	3.12	112.12	0.0052	1.60	1.18	0.30	2899.11	2896.46	2.65
		56	56-57	1.62	0.006	1.320	0.061	0.001	8.817	56	56-57	Circular	PVC	200	0.02	2	1.10	93.30	0.0116	10.90	5.88	0.30	2899.11	2896.46	2.65
	DESCARGA 2	57	57-58	69.32	0.221	2.612	0.061	0.106	4.888	57	57-58	Circular	PVC	200	0.13	13	1.91	156.11	0.0299	12.40	2.11	0.30	2899.11	2896.46	2.65
		58	58-59	31.36	0.181	1.112	0.061	0.081	4.128	58	58-59	Circular	PVC	200	0.16	16	5.32	162.22	0.0211	12.40	2.14	0.30	2899.11	2896.46	2.65
		59								59															

ANEXO B del Proyecto -

17.931 1.26

17.931

### 3.1.7. Generalidades

El vertido final del caudal del alcantarillado sanitario, debe efectuarse previo tratamiento, por lo que el dimensionamiento de la estructura de descarga se hará para el gasto de producción de la planta de tratamiento. Se debe investigar el uso posterior que se dará al agua para definir el tipo de tratamiento que será necesario realizar, considerando las normas vigentes de calidad del agua existentes al respecto. Para el diseño de la o las estructuras de descarga de un sistema de alcantarillado, es recomendable considerar lo siguiente:

- Localización adecuada del sitio de vertido previo tratamiento, procurando que quede lo más alejado posible de la zona urbana, considerando las zonas de crecimiento futuro, y la dirección de los vientos dominantes para la mejor ubicación de la planta de tratamiento.
- Para el caso de descarga en una corriente de agua superficial que fluctúe notablemente en su tirante, se puede diseñar una estructura con dos descargas a diferente nivel, una para escurrimiento en época de secas y otra para la época de avenidas. En todos los casos se deben evitar los remansos en el emisor de descarga, o asegurar que su funcionamiento sea adecuado en cualquier condición de operación.<sup>7</sup>
- Protección a la desembocadura de la tubería contracorrientes violentas, tráfico acuático, residuos flotantes oleaje y otras causas que pudieran dañar la estructura de descarga según las características del sitio de vertido. En general no es recomendable localizar vertidos en:
  - Masas de agua en reposo; vasos de presas, lagos, estuarios o bahías pequeñas.

---

<sup>7</sup> Subsecretaría de Saneamiento Ambiental, SSA( EX \_IEOS) Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes. Quito 1993.

- Aguas arriba de una cascada o caída de agua.
- Terrenos bajos que estén alternativamente expuestos a inundación y secado.

### **Sitios de Vertido previo al Tratamiento**

La disposición final de las aguas residuales tratadas, se pueden llevar a cabo en diversas formas que complementan por medio de los procesos naturales, el trabajo que efectúan las plantas de tratamiento. Los sitios más comunes de disposición de estas aguas son:

- Vertido en corrientes superficiales
- Vertido en terrenos
- Vertido en el mar

Se puede indicar que el objetivo del tratamiento de aguas residuales es la “conversión del agua residual proveniente del uso de las aguas de abastecimiento, en un efluente final aceptable a las condiciones del ambiente (estético, organoléptico y de salud pública) y la disposición adecuada de los sólidos (lodos) obtenidos durante el proceso de purificación”.<sup>8</sup>

Esta definición deja entrever la necesidad de determinar primeramente la característica de los desechos líquidos crudos y en segundo lugar, preestablecer las características que debe tener el efluente tratado para no afectar el medio ambiente.

---

<sup>8</sup> Burbano, Guillermo. Criterios Básicos de Diseño para sistemas de Agua Potable y Alcantarillado, Quito PUCE 1993



### **3.1.7.1 Sistemas de Depuración de Aguas Residuales y selección**

El diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales es uno de los aspectos más desafiantes de la ingeniería sanitaria y ambiental. Ambos conocimientos técnicos y experiencias prácticas son necesarios en la selección y análisis de los procesos de tratamiento. Los principales elementos que intervienen en la selección de los procesos de tratamiento son:

- Necesidad del cliente.
- Experiencias previas.
- Requerimientos de la calidad del agua residual tratada por parte de la agencia reguladora.
- Selección y análisis de las operaciones y procesos unitarios.
- Compatibilidad con las facilidades existentes.
- Costo
- Capital.
- Operación y mantenimiento.
- Evaluación económica.
- Consideraciones ambientales:
- Impacto de la instalación:
- Pérdida de terreno.

Calidad del agua subterránea.

Flora y fauna

Suelo

Actualmente existe la tendencia de agrupar los métodos de tratamiento en dos grandes grupos e independientemente de la eficiencia remocional de la carga orgánica: operaciones unitarias y procesos unitarios. En el primer caso predomina la aplicación de principios físicos y en el segundo la actividad química o biológica.

En el pasado, los procesos y las operaciones unitarias se agrupaban bajo la denominación de tratamiento primario, secundario y terciario. En el tratamiento primario se agrupaban las operaciones del tipo físico, en el secundario los procesos biológicos de asimilación de la materia orgánica y el término terciario o tratamiento avanzado se ha aplicado a las operaciones y procesos utilizados para eliminar contaminantes no removidos por el tratamiento primario o secundario.<sup>9</sup>

La selección del proceso de tratamiento depende del uso al cual se le destinará al efluente tratado, la naturaleza del agua residual, la compatibilidad de las distintas operaciones y procesos, los medios disponibles de evacuación de los contaminantes finales y la posibilidad económica de las distintas combinaciones.

### **3.1.7.2 Tratamiento primario, sus componentes**

Tiene como objetivo la remoción por medios físicos o mecánicos de una parte sustancial del material sedimentable o flotante. Es decir, el tratamiento primario es capaz de remover no solamente la materia que incomoda, sino también una fracción

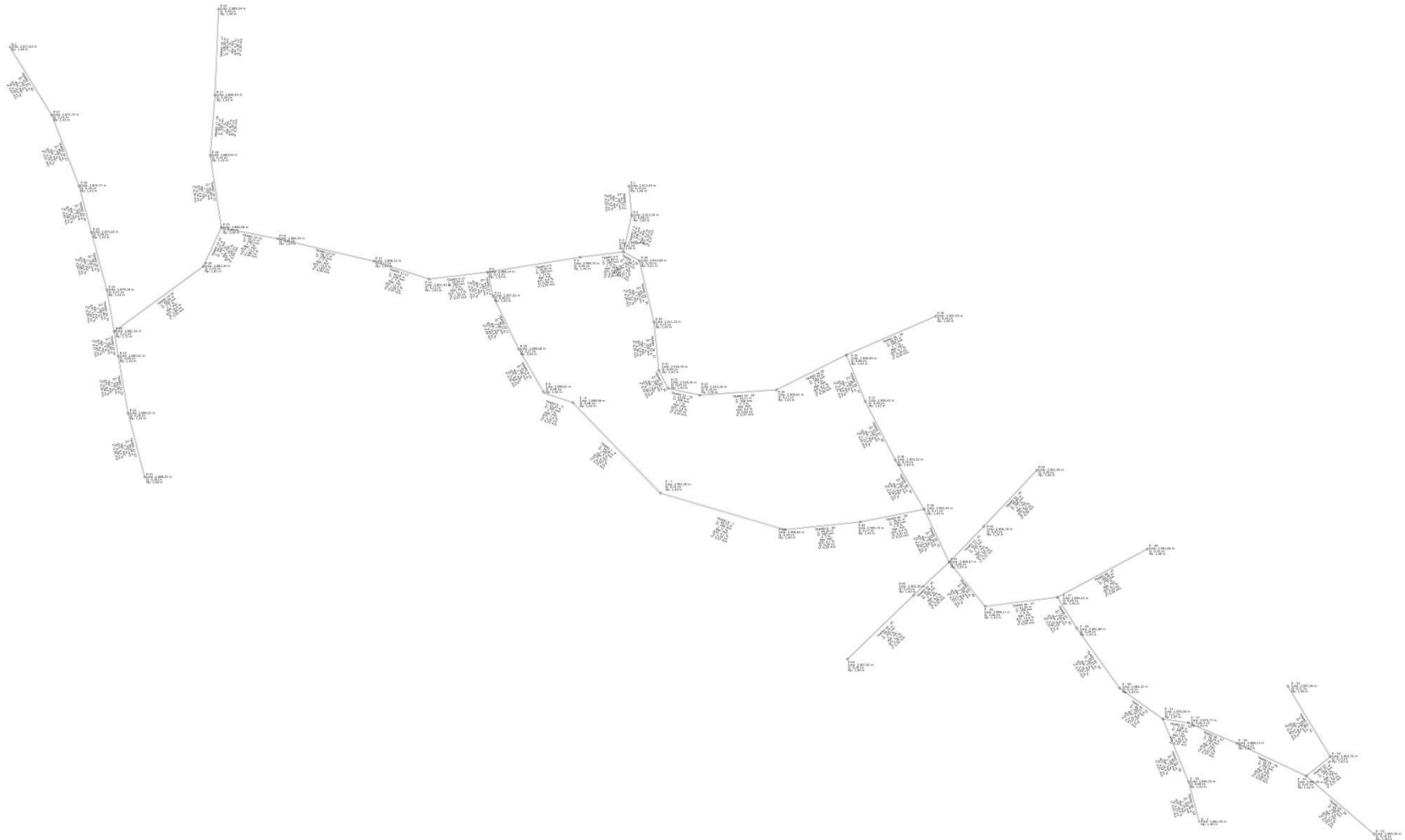
---

<sup>9</sup> Burbano, Guillermo. Criterios Básicos de Diseño para sistemas de Agua Potable y Alcantarillado, Quito PUCE 1993

importante de la carga orgánica y que puede representar entre el 25% y el 40% de la DBO y entre el 50% y el 65% de los sólidos suspendidos. Entre los tipos de tratamiento primario se citan:

- Sedimentación primaria.
- Flotación.
- Precipitación química.
- Filtros gruesos.
- Oxidación química.
- Coagulación, floculación, sedimentación y filtración.

### 3.1.7.3 Diseño del Sistema



## **3.2 Diseño del Sistema de Alcantarillado Pluvial**

### **3.2.1 Introducción**

Las bases de diseño propuestas para este tipo de proyectos se encuadran en las “Normas Tentativas para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Sistemas de Alcantarillado Urbano y Rurales” elaborados por el IEOS (Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias), teniendo en cuenta que se trata de una pequeña población situado en la zona rural de la provincia de Cotopaxi.

### **3.2.2 Disposiciones Generales**

La determinación del período de retorno de diseño de un sistema de aguas lluvias es un tema relativamente complejo, puesto que depende del grado de seguridad ante las inundaciones que requiera la ciudadanía, del comportamiento de las precipitaciones (intensidades y recurrencia anual), caudales involucrados, consecuencias de que los caudales excedan la capacidad de las obras y el costo de inversión asociado a las mismas.

### **3.2.3 Disposiciones Específicas**

En el diseño hidráulico de un alcantarillado lo ideal es tener excavaciones mínimas y no requerir de la utilización de equipos de bombeo, pero esto no siempre se puede lograr debido a las características topográficas de cada región. De aquí, se desprende

que en el estudio de la solución óptima sea necesario tener en consideración los límites permisibles para velocidades de conducción con el objeto de asegurar el buen funcionamiento de la tubería y de todas las estructuras del sistema.

### **3.2.4 Análisis Conceptual de la Alternativa de Diseño**

A fin de definir los alcances y la magnitud de un proyecto de alcantarillado pluvial en una localidad, se debe contar con información consistente en:

**Datos generales.** Localización geográfica, categoría política, economía, vías de comunicación y servicios públicos.

**Planos de la localidad.** Son esenciales para la elaboración del proyecto, pues de ellos depende el definir adecuadamente la configuración de la red, por lo que en caso de no contar con ellos, deberán hacerse levantamientos topográficos para obtenerlos. Las escalas más usuales de los planos varían desde 1 :2,000 hasta 1 :5,000 en plantas, y en perfiles desde 1 :2,000 hasta 1 :5,000 en horizontal y de 1 :200 a 1 :500 en vertical. En la práctica, se recomienda obtener:

- Plano topográfico actualizado de la localidad a escala 1:2000, donde se muestren las curvas de nivel a equidistancias de un metro y se indique: trazo urbano con nombre de las calles, elevaciones de terreno en los cruces de las calles y en los puntos donde existe cambio de pendiente o de dirección del eje de la calle.

- Plano topográfico de la cuenca donde se ubica la localidad, con escala 1:5000 y equidistancias entre curvas de nivel de un metro. Es conveniente, indicar la Hidrología de la zona definiendo las cuencas de aportación a la localidad, las corrientes existentes (naturales y artificiales), y los posibles sitios de vertido señalando los niveles de agua máximo y mínimo extraordinarios, los gastos correspondientes y el sentido del escurrimiento.
- Plano urbano de la localidad donde se muestren: tipos de pavimentos existentes, banquetas, áreas verdes, y usos del suelo, presentes y, en lo posible, futuros.

Además, es conveniente contar con:

- Plano de la red existente de alcantarillado, donde se señale el trazo de los colectores y desagües, las elevaciones del terreno y de las plantillas de las tuberías en los pozos de visita, así como las características de las tuberías: material, diámetro, longitud y pendiente. Se debe indicar la ubicación de las estructuras especiales y sus principales características, como es el caso, por ejemplo, de estaciones de bombeo, canales, sifones, alcantarillas etc.
- Plano geológico, indicando clasificación y tipo del suelo, ubicación de sondeos y sus resultados, y profundidades del manto freático.

**Información climatológica de la zona** y registros pluviométricos de las estaciones locales y aledañas a la zona de estudio. De esta información deberán obtenerse las

intensidades máximas anuales de lluvia para diferentes duraciones de tiempo: 5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 80, 100 Y 120 minutos, para obtener curvas intensidad-duración-tiempo de retorno.

**Operación actual.** -En caso de existir, es útil considerar la información de operación de que se disponga sobre el sistema actual de desalojo de aguas pluviales y de los problemas de drenaje que se hayan presentado en la localidad, así como de sus causas y posibles soluciones.

### **3.2.5 Bases de Diseño**

- Una vez definida la zona en estudio, se procederá a dividir en áreas de aportación donde se encontrará la red de alcantarillado, la que deberá reconocer el subcolector que se localizará en la parte baja de dichas áreas.
- Los subcolectores aportarán el caudal que conducen a los colectores y éstos finalmente al emisor que descargará el gasto en el sitio de vertido.
- Con base en lo anterior el sistema de drenaje pluvial lo podemos dividir para su diseño en:
  - Red de alcantarillado (red secundaria)
  - Colectores (red primaria)
  - Emisores (sistema de desagüe)



### **3.2.5.1 Período de Diseño**

Según el IEOS las bases de diseño toman en cuenta algunos factores, tales como:

- Período de diseño
- Área de diseño
- Área de aportación
- Caudales de diseño

### **3.2.5.2 Período de Diseño <sup>10</sup>**

El establecimiento del periodo de diseño o año horizonte del proyecto se puede establecer para cada par de componente del proyecto y depende de los siguientes factores:

- a) La vida útil de las estructuras o equipamientos teniéndose en cuenta su obsolescencia o desgaste.
- b) La facilidad o dificultad de la ampliación de las obras existentes.

Para este proyecto se seleccionó un período de diseño de 20 años por las siguientes razones:

- Se realizara la red de alcantarillado pluvial con tubería de PVC por la capacidad de fluir fácilmente los desechos que normalmente se arrojan, es

---

<sup>10</sup> Subsecretaria de Saneamiento Ambiental, SSA( EX \_IEOS) Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes. Quito 1993. Pag 59.

decir por su superficie lisa que poseen, facilidad de colocación, tiene un peso ligero y se lo puede encontrar fácilmente en el mercado.

- Es es una población pequeña con un marco económico precario; los montos destinados a gasto social por parte del Gobierno central y seccional no va hacer bueno

### **Área de Diseño**

Para elaborar un adecuado sistema de alcantarillado, es muy importante hacer un análisis metódico de las áreas de expansión que se darán en un futuro en la zona donde se esté ejecutando el proyecto, para posteriores cálculos de densidades poblacionales, caudales, etc. Para con esto poder garantizar un óptimo funcionamiento del sistema en el periodo de diseño escogido.

### **Caudales de diseño**

Para el cálculo del escurrimiento pluvial se considerará que las lluvias de diseño son de intensidad, duración y frecuencia constantes y uniformes en toda la extensión donde se realizara el proyecto.

Se considerará el drenaje natural, donde todo predio inferior debe recibir las aguas de lluvia (sin encausar) del predio superior, sin poner ningún obstáculo. Estas aguas del predio superior son aportes externos y deben tomarse en cuenta en el diseño. Las aguas de lluvia encausadas no deben descargarse en el predio inferior a menos que se constituya una servidumbre.

Para tormentas de larga duración, se considerará la influencia de la duración de la lluvia en el coeficiente de escurrimiento.

### 3.2.5.3 Áreas Tributarias

La áreas tributarias ya se definieron en 3153 del numeral anterior

### 3.2.5.4 Caudal de Diseño de aguas lluvias

Se calculará, preferiblemente, por medio de la fórmula racional:

$$Q = C * I * A / 360$$

Dónde:

Q: Caudal de escorrentía (m<sup>3</sup>/s)

I: Intensidad de la lluvia de diseño (mm/hora)

A: Área a drenar (hectáreas)

C: Coeficiente de escorrentía (adimensional)

#### **Coeficiente de Escurrimiento (C)**

“Es la relación existente entre el agua que escurre (agua no evaporada, infiltrada o estancada) y la precipitación total, para el área considerada en el diseño. Este coeficiente depende de diferentes factores como son la impermeabilidad del terreno, la intercepción por vegetación, evaporación, retención en depresiones, tipo de zona, etc.”

“El valor de C varía con respecto al tiempo que necesita el agua para humedecer el suelo”. El coeficiente C, como se explicó anteriormente, depende de varios factores. Así se tiene que según el tipo de superficie por donde escurre el agua los valores más aceptados de C son los que se muestran en la siguiente tabla.

**TABLA.1 Coeficiente de escurrimiento (C) según el tipo de superficie <sup>11</sup>**

<b>TIPO DE SUPERFICIE</b>	<b>C</b>
Cubierta metálica o teja vidriada	0,95
Cubierta con teja ordinaria o impermeabilizada	0,90
Pavimentos asfálticos en buenas condiciones	0,85 – 0,90
Pavimentos de hormigón	0,80 – 0,85
Empedrados (juntas pequeñas)	0,75 – 0,80
Empedrados (juntas ordinarias)	0,40 – 0,50
Pavimentos con macadán	0,25 – 0,60
Superficies no pavimentadas	0,10 – 0,30
Parques y jardines	0,05 – 0,25

Según la densificación de la zona en estudio se obtiene el valor de C de acuerdo con la siguiente tabla:

**TABLA.2 Coeficiente de escurrimiento (C) según el tipo de zonificación**

<b>Tipo de Zonificación</b>	<b>C</b>
Zonas Centrales densamente construidas con vías y calzadas pavimentadas	0,7 - 0,9
Zonas adyacentes al centro de menor densidad poblacional con calles pavimentadas	0,7
Zonas residenciales medianamente pobladas	0,55 - 0,65
Zonas residenciales con baja densidad	0,35 - 0,55

Al ser una zona residencial con baja densidad poblacional y considerando que al tener estos servicios en los próximos años, la población crecerá en el recinto, y debido al posible y posterior recubrimiento de las calles y vías, se consideró que en transcurso de la vida útil del sistema existirán mejoras con algún tipo de pavimento

<sup>11</sup> SSA. Normas para Estudio y Diseño ...1993 pag 285

de bajo costo y mantenimiento, como un adoquinado o empedrado, por lo que se toma un coeficiente  $C = 0,45$ .

## INTENSIDAD DE LLUVIA

Se llama intensidad de lluvia a la relación existente entre el volumen de agua precipitado por unidad de área y el tiempo necesario para la obtención de dicho volumen. 12

Como no existe en el recinto una estación meteorológica con registro de datos de precipitación pluvial, para efecto de este estudio se tomó el documento realizado por el Ing. Luís Rodríguez Fiallos, titulado “Estudio de Lluvias Intensas”, en el cual se menciona lo siguiente:

Se recomienda usar las ecuaciones de intensidad de lluvia determinadas con la información pluviométrica en sitios cercanos a las estaciones de medición, en un radio de acción no mayor a 10 Km en especial en lo que se relaciona a drenaje urbano. Cuando las distancias sean mayores se recomienda usar las ecuaciones de las zonas, ubicando con las respectivas coordenadas el proyecto en los mapas de zonificación de intensidades de precipitación máxima. 13

La Comunidad de Tanialo se encuentra ubicado a un radio de 12 Km, aproximadamente, con respecto a las estaciones pluviométricas existentes tanto en el

---

12 Cadena , Cepeda Raúl. La Teoría del Diseño de las Redes del Drenaje Pluvial.

13 Cadena , Cepeda Raúl. La Teoría del Diseño de las Redes del Drenaje Pluvial.

sector de Latacunga que es la más cercana, consecuentemente, no cumple con el radio de 10 Km establecido por la Norma.

Como la Comunidad se encuentra a una distancia mayor a 10 Km, se emplea en el diseño de la red las Ecuaciones correspondientes a la Zona N° 3, según el “Mapa de Zonificación de Intensidades de Precipitación” del INAMHI, que es la zona donde se encuentra ubicado el proyecto, a continuación se muestran las ecuaciones representativas para la Zona 3:

TABLA.3 Intensidades máximas.

Ecuaciones representativas de estaciones pluviográficas

ZONA INTENSIDAD PRECIPITACION	DE DEDURACIÓN	ECUACIÓN
Zona 3	5 min. < t < 90 min. 90 min. < t < 1440 min.	$ITR = 53.369 \text{ IdTR} * \sqrt[t]{t} - 0,3278$

Dónde:

ITR = Intensidad de precipitación para cualquier período de retorno en mm/h.

IdTR = Intensidad diaria para un período de retorno dado en mm/h.

TR = Período de retorno

t = Tiempo de duración de la lluvia en minutos.

## TIEMPO DE CONCENTRACIÓN 14

Se define como tiempo de concentración para un área de drenaje, el tiempo que tarda una gota de agua en recorrer desde el punto más alejado de dicha área hasta el punto final de recepción considerado.

El tiempo de concentración se compone de un tiempo de recorrido superficial o de desagüe  $t_1$ , es decir, el que requiere la escorrentía para llegar hasta la entrada de la tubería y un tiempo de recorrido dentro de ella ( $t_2$ ), de tal forma que  $t = t_1 + t_2$ .

El tiempo  $t_1$  para áreas densamente desarrolladas en las que exista un alto porcentaje de zonas impermeables y con sumideros cercanos entre si será de 5 minutos.

En áreas desarrolladas y con pendientes más o menos planas, el tiempo de recorrido superficial será de 10 a 15 minutos.

En zonas residenciales de topografía plana con sumideros lejanos entre si se puede utilizar un tiempo de recorrido entre 20 y 30 minutos.

El tiempo  $t_2$ , de recorrido en las alcantarillas, se calcula con la expresión:

$$t_2 = l / v$$



Dónde:

$l$  = longitud del tramo de alcantarillado

$v$  = velocidad de circulación del agua en el tramo respectivo

El tiempo de concentración de la lluvia que debe considerarse para la determinación de la intensidad y el caudal de un alcantarillado pluvial, en ningún caso será inferior a diez (10) minutos.

## **PERÍODO DE RETORNO <sup>15</sup>**

Es el transcurso de tiempo en el cual una precipitación de lluvia de determinada magnitud es igualada o superada. Según la “Norma Tentativa para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Sistemas de Alcantarillado, Urbanos y Rurales”, el período de retorno escogido no preverá que la red pluvial tenga capacidad para aguaceros excepcionales y de poca frecuencia. El período de retorno para el cual se tomarán las intensidades de precipitación se elegirá de acuerdo con la importancia de la población y con los daños o molestias que al comercio o industrias puedan causar las inundaciones periódicas en las calles. En las zonas de poca importancia el período de retorno podrá llegar hasta el límite inferior de 2 años, mientras que el límite superior podrá llegar hasta 15 años, de acuerdo con la importancia del sector servido.

Se decidió que esta población puede ser catalogada como de baja importancia, pero hay que tomar en cuenta que sus construcciones son técnicamente inseguras, ejecutadas sin ayuda técnica calificada y con materiales muy poco resistentes, consecuentemente se desplomarían de una manera muy fácil en el caso de que

---

<sup>15</sup> IEOS Capítulo V Normas Tentativas para ...



existan inundaciones continuas, por lo que el Período de Retorno ( T ) para esta comunidad sea de 5 años.

### **Sumideros**<sup>16</sup>

Son elementos que permiten el ingreso del flujo pluvial al sistema de alcantarillado pluvial. Se colocarán en todos aquellos lugares donde se acumulen las aguas de lluvia, tales como puntos bajos de calles, accesos a puentes, terraplenes sobre quebradas, etc. En cada caso concreto el proyectista determinará el tipo, número y la separación de los sumideros, de acuerdo con la importancia de la zona servida, la pendiente de la calle, la cantidad de agua que debe recolectarse, etc.

### **Tipos de Sumideros**<sup>17</sup>

**Sumidero De Ventana:** Consiste en una abertura en la acera a manera de ventana que permite la captación de agua que fluye por la cuneta. Tiene la ventaja de que por su ubicación no interfiere con el tránsito, pero su mayor inconveniente radica en que captan fácilmente sedimentos y desperdicios. Este último puede mitigarse con la colocación de rejillas en la ventana.

**De rejilla en calzada:** Consiste en una caja donde penetran las aguas de escorrentía, cubierta con una rejilla, preferiblemente con barras en sentido paralelo al flujo, aunque pueden colocarse de manera diagonal para favorecer el tránsito de bicicletas, a menos que la separación de las barras paralelas al flujo sea de menos de 2,5 cm. Su principal ventaja radica en su mayor capacidad de captación comparada con los

---

<sup>16</sup> IEOS Capítulo V Normas Tentativas para ...

<sup>17</sup> RAS, Sistema de Recolección y Evacuación de aguas Residuales y Pluviales. Bogotá pag D.90

sumideros de ventana. Sin embargo, tiene la desventaja de que pueden captar desperdicios que reducen el área útil de la rejilla.

**Mixtos:** Consiste en una combinación de los dos tipos anteriores que pretende mejorar la eficiencia del sumidero de ventana y reducir la ocupación de la calzada por sumideros de rejillas. Su uso es recomendable en sitios donde en principio es preferible uno de ventana pero donde su eficiencia de captación es menor al 70%.

Para la comunidad de Tanialo que tiene una intensidad de lluvia elevada, por lo que se necesita evacuar caudales pluviales muy altos, es necesario un sistema de drenaje eficiente. Por este motivo se recomienda los sumideros de rejilla en calzada ya que estos captan el agua de mejor manera que los otros tipos de sumideros, estos se deberán instalar cuando el plan de desarrollo vial entre en marcha.

### **3.2.6 Hidráulica del Sistema de Alcantarillado**

#### **3.2.6.1 Recomendaciones para el Diseño de Red Alcantarillado pluvial**

Se diseñarán como conductos en escurrimiento libre, por gravedad. Para ello se utilizará las fórmulas hidráulicas de canal abierto, preferiblemente la ecuación de Manning, para lo cual, se aplican los valores para la  $n$  de Manning.

### **Coeficientes para la “n” de Manning**

<b>Tipo de material</b>	<b>Coeficiente para la “n” de Manning</b>
Cloruro de Polivinilo (PVC)	0,010
Polietileno de Alta Densidad (ADS)	0,011
Hierro Dúctil revestido internamente	0,011
Acero sin revestir con juntas soldadas	0,012
Concreto sin revestir por dentro	0,013

Para canales abiertos con fondo y paredes de los mismos materiales anteriores, se pueden aplicar los mismos valores de la tabla del anexo, para el estudio de alcantarillado se han considerado los conductos como canales abiertos y parcialmente llenos y no bajo presión. El líquido corre a través de las tuberías de manera más o menos estable y uniforme, solamente influenciado por la gravedad.<sup>18</sup>

En el diseño se pretendió que los costos no sean elevados y la red sea lo más funcional posible

Se diseñó de tal manera que:

- Las tuberías y colectores seguirán, las pendientes naturales del terreno, estas dan al flujo velocidades aceptables para evitar la sedimentación y obstrucción o taponamiento de la tubería y por otro lado la erosión de las paredes de la misma, y al estar enterradas tienen la finalidad de conducir dichas aguas a puntos distantes para su tratamiento y/o disposición final. A tubo

---

<sup>18</sup> Burbano, Guillermo Criterios Básicos de Diseño Op. Cit.

parcialmente lleno, la velocidad mínima permisible es de 60 cm / s, cuando el flujo es a tubo lleno es de 90 cm/s. La velocidad máxima permisible varía entre 3 a 5 m/s y podrá ser mayor dependiendo del material de la tubería

<b>Tipo de tubería</b>	<b>Velocidad maxima m/s</b>
Concreto simple hasta 45 cm de diámetro	3
Concreto reforzado de 61 cm de diámetro o mayores	3,5
Fibrocemento	5
Policloruro de vinilo PVC	5
Polietileno de alta densidad	5

- Las tuberías se diseñaron a profundidades que sean suficientes para recoger las aguas servidas o aguas lluvias de las casas más bajas a uno u otro lado de la calzada. Cuando la tubería deba soportar tránsito vehicular, para su seguridad se considerará un relleno mínimo de 1,2 m de alto sobre la clave del tubo.

Además:

### **Sección del alcantarillado pluvial**

La sección de los conductos empleados en alcantarillado pluvial es circular.

### **Continuidad de tuberías**

No se permitió disminución en el diámetro nominal de las tuberías en la dirección del flujo.

### **Pozos de registro**

Deberán construirse pozos de registro en todo inicio e intersección de ruta de tuberías, así como en los cambios de dirección, diámetro, pendiente, material de la

tubería y en los tramos rectos, de tal forma, que la distancia en línea recta entre dos pozos de registro no exceda de acuerdo a la tabla que consta a continuación.

**Distancias entre pozos de revisión en función al diámetro de las tuberías o colectores**

<b>DIAMETRO (mm.)</b>	<b>DISTANCIA (m)</b>
< 350	100
400 - 800	150
> 800	200

**Diámetro nominal**

El diámetro nominal mínimo será de 250 mm. Para evitar continuos taponamientos y así no incrementar los costos de operación y mantenimiento

**Pozos**

La abertura superior del pozo será como mínimo 0,6 m. El cambio de diámetro desde el cuerpo del pozo hasta la superficie se hará preferiblemente usando un tronco de cono excéntrico, para facilitar el descenso al interior del pozo.

El diámetro del cuerpo del pozo estará en función del diámetro de la máxima tubería conectada al mismo, de acuerdo a la siguiente tabla:

**TABLA.4 Diámetros recomendados de pozos de revisión.**

<b>DIAMETRO DE LA TUBERÍA (mm)</b>	<b>DIAMETRO DEL POZO (m)</b>
Menor e igual a 550	0,90
600 a 800	1.20
Mas de 800	Diseño especial

### 3.2.6.2 Cálculos Hidráulicos de la Red de Alcantarillado pluvial.

Idtr= Intensidad diaria para un periodo de retorno dado en mm/h

Para un periodo de 25 anos de acuerdo al cuadro N 2 de Intensidades maximas en 24 horas.

Determinadas con información pluviométrica M064 Latacunga aer Idtr= 1,9

#### ESCORRENTIA

<b>Tipos de Superficie C</b>	<b>C</b>		
Cubierta metálica o teja vidriada	0,95		
Cubierta con teja ordinaria	0,9		
Pavimentos asfálticos en buenas condiciones	0,85	-	0,9
Pavimentos de hormigón	0,8	-	0,9
Empedrados con juntas pequeñas	0,75	-	0,8
Empedrados con juntas ordinarias	0,4	-	0,5
Superficies Afirmadas (tierra compactada)	0,25	-	0,6
Superficies no pavimentadas (suelo natural)	0,1		0,3
Parques y jardines	0,05		0,3

El valor de c que se adopta es 0,50 por que son poblaciones que no tienen calles asfaltadas ni areas interiores encementadas.

**c= 0,5**

## INTENSIDAD DE LLUVIA ITR

Según el Estudio de Lluvias Intensas del INAMHI en el grafico N 2 (pag 84) la zona a la que pertenece la comunidad es la número 14 LATACUNGA AER. (M057).

En la tabla INTENSIDADES MAXIMAS ZONA 14 (pag 50) obtenemos

$$ITR = 170,39 * IdTR * t^{-0,5052} \longrightarrow \text{De la zona 14}$$

$$R^2 = 0,9924$$

## CALCULO DE LA RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

### DATOS

$$Pf = 1221 \text{ hab}$$

$$Dot = 160 \text{ l/hab} \cdot \text{dia}$$

$$ntub \text{ PVC} = 0,01$$

$$I = 143,71 * Idtr * t^{-0,4607}$$

$$Escorrentia = 0,5$$

$$Area \text{ total} = 17,93 \text{ ha}$$

$$Idtr = 1,90 \text{ mm/h}$$

$$Q = c * I * A$$

$$t1 = 12 \text{ min}$$

$$t = t1 + t2$$

RUTA N° 1													DISEÑO DE LA TUBERIA								COTAS		PROF.	
Calle		Pozo	Tramo	L	Areas Aport. (ha)		A parcial * c	Tiempo de concent t (min)	Coef. de escorr [c]	Intens. I (mm/h)	Intens. I0,36 (l/s*ha)	Q pluvial parcial (Qd) (l/s)	Q pluvial diseño (Qd) (l/s)	Ø (mm)	J (m/m)	TUBO LLENO		t2 L/60V	LLENA PARCIALMENTE			TERRE	PROY.	DE POZO
		N°	(m)	(m)	Parcial	Acum.										V	Q		Qd/Q	Vdiseño (m/s)	V min (m/s)			
	INICIO	1																						
		1	1-2	41,55	0,249	0,249	0,1245	12,0	0,50	1,90	256,27	31,905	31,91	250	0,012	1,69	83,09	0,41	0,38	1,69	0,30	2913,45	2912,05	1,40
		2	2-3	37,60	0,164	0,413	0,082	12,4	0,50	1,90	251,96	20,661	52,57	250	0,003	0,93	45,46	0,68	0,90	0,93	0,30	2913,39	2911,57	1,82
		3	3-4	30,88	0,092	0,505	0,046	13,1	0,50	1,90	245,29	11,284	63,85	250	0,101	5,01	246,13	0,10	0,26	5,01	0,30	2912,84	2911,44	1,40
		4	4-5	94,81	0,548	1,053	0,274	13,2	0,50	1,90	244,33	66,946	130,80	250	0,143	5,96	292,80	0,26	0,45	5,96	0,30	2909,74	2908,31	1,43
		5																				2896,14	2894,71	1,43
	INICIO	6																				2908,64	2907,24	1,40
		6	6-7	69,72	0,408	0,408	0,204	12,0	0,50	1,90	256,27	52,278	52,28	250	0,110	5,22	256,41	0,22	0,20	5,22	0,30	2901,00	2899,57	1,43
		7	7-8	54,68	0,326	0,734	0,163	12,5	0,50	1,90	251,04	40,919	93,20	250	0,037	3,03	148,59	0,30	0,63	3,03	0,30	2898,98	2897,55	1,43
		8	8-9	22,47	0,135	0,869	0,068	12,8	0,50	1,90	248,04	16,742	109,94	300	0,012	1,91	135,23	0,20	0,81	1,91	0,30	2898,81	2897,29	1,52
		9	9-10	61,53	0,366	1,235	0,183	13,0	0,50	1,90	246,14	45,044	154,98	375	0,011	2,12	234,27	0,48	0,66	2,12	0,30	2898,68	2896,64	2,04
		10	10-11	90,21	0,574	1,809	0,287	13,5	0,50	1,90	241,64	69,351	224,33	375	0,012	2,23	245,90	0,68	0,91	2,23	0,30	2897,02	2895,59	1,43
		11	11-5	44,57	0,132	1,941	0,066	14,2	0,50	1,90	235,75	15,559	239,89	375	0,020	2,90	320,27	0,26	0,75	2,90	0,30	2896,14	2894,71	1,43
		5	5-12	55,09	0,288	3,282	0,144	14,4	0,50	1,90	233,62	33,641	404,33	375	0,085	6,02	665,04	0,15	0,61	6,02	0,30	2891,45	2890,02	1,43
		12	12-13	40,05	0,251	3,533	0,126	14,6	0,50	1,90	232,38	29,164	433,49	375	0,073	5,58	616,50	0,12	0,70	5,58	0,30	2888,52	2887,09	1,43
		13	13-14	56,72	0,357	3,890	0,179	14,7	0,50	1,90	231,42	41,309	474,80	375	0,070	5,47	603,77	0,17	0,79	5,47	0,30	2884,54	2883,11	1,43
		14	14-15	33,11	0,100	3,990	0,050	14,9	0,50	1,90	230,06	11,503	486,31	375	0,067	5,34	590,20	0,10	0,82	5,34	0,30	2882,98	2880,89	2,09
		15																				2885,54	2884,14	1,40
	INICIO	16	16-17	100,00	0,595	0,595	0,298	12,0	0,50	1,90	256,27	76,239	76,24	250	0,011	1,67	82,18	1,00	0,93	1,67	0,30	2884,44	2883,01	1,43
		17	17-18	99,97	0,590	1,185	0,295	13,0	0,50	1,90	246,15	72,615	148,85	300	0,014	2,12	149,82	0,79	0,99	2,12	0,30	2883,02	2881,59	1,43
		18	18-15	65,89	0,406	1,591	0,203	13,8	0,50	1,90	238,96	48,508	197,36	375	0,011	2,13	234,93	0,52	0,84	2,13	0,30	2882,98	2880,89	2,09
		15	15-19	34,11	0,087	5,668	0,044	14,3	0,50	1,90	234,56	10,203	693,87	600	0,011	2,90	820,03	0,20	0,85	2,90	0,30	2882,34	2880,53	1,81
		19	19-20	69,04	0,410	6,078	0,205	14,5	0,50	1,90	232,95	47,755	741,63	600	0,011	2,90	820,79	0,40	0,90	2,90	0,30	2881,52	2879,80	1,72
		20																				2888,25	2886,85	1,40
	INICIO	21	21-22	99,99	0,598	0,598	0,299	12,0	0,50	1,90	256,27	76,624	76,62	250	0,034	2,89	141,93	0,58	0,54	2,89	0,30	2884,91	2883,48	1,43
		22	22-23	99,99	0,597	1,195	0,299	12,6	0,50	1,90	250,26	74,704	151,33	300	0,023	2,70	190,66	0,62	0,79	2,70	0,30	2882,61	2881,18	1,43
		23	23-20	34,60	0,188	1,383	0,094	13,2	0,50	1,90	244,27	22,962	174,29	300	0,040	3,55	251,06	0,16	0,69	3,55	0,30	2881,52	2879,80	1,72
		20	20-24	65,40	0,210	7,671	0,105	13,4	0,50	1,90	242,77	25,491	941,41	600	0,031	5,00	1413,21	0,22	0,67	5,00	0,30	2879,18	2877,75	1,43
		24	24-25	99,97	0,572	8,243	0,286	17,8	0,50	1,90	209,98	60,055	1001,46	600	0,035	5,30	1499,93	0,31	0,67	5,30	0,30	2875,65	2874,22	1,43
		25	25-26	33,69	0,204	8,447	0,102	18,1	0,50	1,90	208,14	21,230	1022,69	600	0,026	4,56	1290,06	0,12	0,79	4,56	0,30	2874,77	2873,34	1,43
		26	26-27	60,31	0,379	8,826	0,190	18,2	0,50	1,90	207,42	39,307	1062,00	600	0,033	5,17	1460,83	0,19	0,73	5,17	0,30	2872,75	2871,32	1,43
		27	27-28	47,91	0,307	9,133	0,154	18,4	0,50	1,90	206,32	31,669	1093,67	600	0,023	4,26	1203,98	0,19	0,91	4,26	0,30	2871,63	2870,23	1,40
		28																						



RUTA N° 2														DISEÑO DE LA TUBERIA								COTAS		PROF.
Calle	Pozo	Tramo	L	Areas Aport. (ha)		A parcial °c	Tiempo de concent t (min)	Coef. de escorr [c]	Intens. I (mm/h)	Intens. I/0,36 (l/s*ha)	Q pluvial parcial (Qd) (l/s)	Q pluvial diseño (Qd) (l/s)	Ø	J	TUBO LLENO		I <sup>2</sup>	LLENA PARCIALMENTE			TERRE	PROY.	DE POZO	
				Parcial	Acum.										V (m/s)	Q (l/s)		L/60V	Qd/Q	Vdiseño (m/s)				V min (m/s)
	INICIO	N° 3																						
		29	3-29	7,08	0,02	0,023	0,012	12,00	0,50	1,90	256,27	2,947	2,95	250	0,092	4,77	234,24	0,02	0,01	4,77	0,30	2912,84	2911,44	1,40
		30	29-30	65,55	0,41	0,434	0,206	12,02	0,5	1,90	256,00	52,608	55,56	250	0,014	1,84	90,08	0,60	0,62	1,84	0,30	2912,80	2910,79	2,01
		31	30-31	54,22	0,33	0,764	0,165	12,62	0,5	1,9	249,83	41,221	96,78	300	0,012	1,92	135,51	0,47	0,71	1,92	0,30	2911,33	2909,90	1,43
		32	31-32	16,54	0,051	0,815	0,026	13,09	0,5	1,9	245,24	6,254	103,03	300	0,015	2,19	154,55	0,13	0,67	2,19	0,30	2910,70	2909,27	1,43
		33	32-33	23,04	0,15	0,968	0,077	13,22	0,5	1,9	244,06	18,670	121,70	300	0,011	1,89	133,54	0,20	0,91	1,89	0,30	2910,45	2909,02	1,43
		34	33-34	54,11	0,35	1,316	0,174	13,42	0,5	1,9	242,18	42,140	163,84	300	0,022	2,63	185,64	0,34	0,88	2,63	0,30	2910,26	2908,76	1,50
		35	34-35	52,79	0,24	1,554	0,119	13,76	0,5	1,9	239,11	28,454	192,29	300	0,039	3,52	248,93	0,25	0,77	3,52	0,30	2909,01	2907,58	1,43
	INICIO	36																						
		35	36-35	58,52	0,338	0,338	0,169	12,00	0,5	1,9	256,27	43,309	43,31	250	0,011	1,65	80,85	0,59	0,54	1,65	0,30	2906,34	2905,51	1,43
		37	35-37	39,22	0,117	0,455	0,059	12,59	0,5	1,9	250,11	14,631	250,23	375	0,039	4,06	448,71	0,16	0,56	4,06	0,30	2907,55	2906,15	1,40
		38	37-38	63,52	0,43	0,885	0,215	12,75	0,5	1,9	248,51	53,429	303,66	375	0,030	3,57	394,20	0,30	0,77	3,57	0,30	2906,34	2905,51	1,43
		39	38-39	52,19	0,219	2,658	0,110	13,05	0,5	1,9	245,64	26,897	330,56	375	0,021	3,00	330,90	0,29	1,00	3,00	0,30	2905,42	2903,99	1,43
	INICIO	40																						
		41	6-40	84,26	0,519	0,519	0,260	12,00	0,5	1,9	256,27	66,501	66,50	250	0,035	2,95	144,65	0,48	0,46	2,95	0,30	2908,64	2907,24	1,40
		42	40-39	76,61	0,358	0,877	0,179	12,48	0,5	1,9	251,27	44,978	111,48	250	0,043	3,27	160,45	0,39	0,69	3,27	0,30	2905,72	2904,29	1,43
		43	39-41	52,46	0,236	3,771	0,118	12,87	0,5	1,9	247,39	29,192	471,23	450	0,054	5,40	859,33	0,16	0,55	5,40	0,30	2902,42	2900,99	1,43
	INICIO	44																						
		45	42-43	99,89	0,624	0,624	0,312	12,00	0,5	1,9	256,27	79,955	79,96	300	0,010	1,81	127,65	0,92	0,63	1,81	0,30	2900,67	2898,17	2,50
		46	43-41	42,12	0,063	0,687	0,032	12,92	0,5	1,9	246,86	7,776	87,73	300	0,011	1,84	129,94	0,38	0,68	1,84	0,30	2901,05	2899,65	1,40
		47																						
	INICIO	48																						
		49	44-45	99,32	0,597	0,597	0,299	12,00	0,5	1,9	256,27	76,496	76,50	250	0,048	3,43	168,53	0,48	0,45	3,43	0,30	2900,67	2898,17	2,50
		50	45-41	54,26	0,214	0,811	0,107	12,48	0,5	1,9	251,22	26,880	103,38	250	0,051	3,55	174,36	0,25	0,59	3,55	0,30	2902,36	2900,93	1,43
		51	41-46	36,35	0,095	5,364	0,048	12,74	0,5	1,9	248,67	11,812	674,15	600	0,013	3,28	926,76	0,18	0,73	3,28	0,30	2900,67	2898,17	2,50
		52	46-47	61,82	0,326	5,690	0,163	12,92	0,5	1,9	246,86	40,239	714,39	600	0,076	7,77	2196,23	0,13	0,33	7,77	0,30	2899,11	2897,68	1,43
	INICIO	53																						
		54	48-47	100	0,500	0,500	0,250	12,00	0,5	1,9	256,27	84,067	64,07	250	0,073	4,24	208,30	0,39	0,31	4,24	0,30	2894,43	2893,00	1,43
		55	47-49	32,84	0,099	6,289	0,050	12,39	0,5	1,9	252,13	12,480	790,94	600	0,077	7,85	2219,91	0,07	0,36	7,85	0,30	2900,67	2898,17	2,50
		56	49-50	82,65	0,51	6,799	0,255	12,46	0,5	1,9	251,42	64,112	855,05	600	0,092	8,58	2426,86	0,16	0,35	8,58	0,30	2891,89	2890,46	1,43
		57	50-51	48,21	0,296	7,095	0,148	12,62	0,5	1,9	249,80	36,970	892,02	600	0,178	11,92	3371,32	0,07	0,26	11,92	0,30	2884,25	2882,82	1,43
	INICIO	58																						
		59	52-53	92,88	0,449	0,449	0,225	12,00	0,5	1,9	256,27	57,532	57,53	250	0,056	3,73	183,10	0,42	0,31	3,73	0,30	2876,09	2874,22	1,87
		60	53-54	11,51	0,270	0,719	0,135	12,42	0,5	1,9	251,90	34,007	91,54	250	0,149	6,07	297,98	0,03	0,31	6,07	0,30	2897,34	2896,54	1,40
	INICIO	61																						
		62	55-54	69,26	0,208	0,208	0,104	12,00	0,5	1,9	256,27	26,652	26,65	250	0,063	3,94	193,52	0,29	0,14	3,94	0,30	2891,05	2889,62	1,43
		63	54-56	59,72	0,139	1,066	0,070	12,29	0,5	1,9	253,16	17,595	135,79	250	0,183	6,73	330,58	0,15	0,41	6,73	0,30	2895,36	2893,96	1,40
		64	56-57	56,18	0,248	1,314	0,124	12,44	0,5	1,9	251,64	31,203	166,99	250	0,078	4,39	215,37	0,21	0,78	4,39	0,30	2891,05	2889,62	1,43
		65	57-51	7,68	0,008	1,322	0,004	12,65	0,5	1,9	249,49	0,998	167,99	375	0,016	2,58	284,91	0,05	0,59	2,58	0,30	2880,13	2878,70	1,43
		66	51-58	69,38	0,227	8,644	0,114	12,70	0,5	1,9	249,00	28,261	1088,27	600	0,134	10,34	2922,43	0,11	0,37	10,34	0,30	2875,77	2874,34	1,43
		67	58-59	31,36	0,181	8,825	0,091	12,82	0,5	1,9	247,89	22,434	1110,70	600	0,157	11,18	3161,65	0,05	0,35	11,18	0,30	2876,09	2874,22	1,87
		68																						
		69																						
		70																						
		71																						
		72																						
		73																						
		74																						
		75																						
		76																						
		77																						
		78																						
		79																						
		80																						
		81																						
		82																						
		83																						
		84																						
		85																						
		86																						
		87																		</				

### **3.2.6.3 Diseño de las estructuras de descarga**

Se le denomina estructura descarga a aquella obra final del sistema de alcantarillado que asegura una descarga continua a una corriente receptora. También se denomina deposición final al destino que se le da al agua captada por un sistema de alcantarillado. En la mayoría de los casos, las aguas se vierten a una corriente natural que pueda conducir y degradar los contaminantes del agua. En este sentido, se cuenta con la tecnología y los conocimientos necesarios para calcular el grado en que una corriente puede degradar los contaminantes e incluso, se puede determinar el número, espaciamiento y magnitud de las descargas que es capaz de soportar.

Así, un proyecto moderno de alcantarillado pluvial puede ser compatible con el medio ambiente y ser agradable a la población según el uso que se le dé al agua pluvial. Al respecto, cabe mencionar los pequeños lagos artificiales que se construyen en parques públicos con fines ornamentales. Por último, considerando la situación de escasez de agua que se vive en algunas zonas del país o la presencia de avenidas inesperadas, es conveniente analizar la posibilidad de verter las aguas residuales tratadas y pluviales para la recarga de acuíferos, así como la serie de medidas que con el tiempo permitan el restablecimiento de las condiciones necesarias para su explotación, la adecuación de los cauces de las corrientes superficiales dentro de sus márgenes o dentro de las zonas urbanas.

## CÁLCULO Y DISEÑO DE LOS TANQUES SÉPTICOS

### TANQUE SÉPTICO 1 (pozo 1 al 28)

#### Caudal de entrada a la Planta

$$Q_{PT1} = 4,30 \text{ l/s}$$

#### Volumen Agua Planta de tratamiento

Tiempo de retención ( $T_R$ ) = 2 horas

$$V_{P.T} = Q_{PT1} * T_R$$

$$V_{P.T} = 4,30 \text{ l/s} * 2 \text{ horas} * 60 \text{ min} * 60 \text{ seg}$$

$$V_{P.T} = 30960 \text{ litros}$$

$$V_{P.T} = 30,96 \text{ m}^3$$

Por Norma la Longitud del tanque es 2 a 7 veces el ancho

$$\textit{Se adopta } L = 2 * a$$

$$\textit{Se adopta } h = 1,50 \text{ m}$$

$$V_{P.T} = L * a * h$$

$$V_{P.T} = 2 * a * a * 1,50$$

$$V_{P.T} = 3 * a^2$$

$$a = \sqrt{\frac{V_{P.T}}{3}} = \sqrt{\frac{30,96 \text{ m}^3}{3}}$$

$$a = 3,21 \text{ m}$$

$$L = 6,42 \text{ m}$$

$$h = 1,50 \text{ m}$$

<b>L<sub>adoptada</sub></b>	<b>h<sub>adoptada</sub></b>	<b>V</b>		<b>a</b>	<b>L</b>	<b>h</b>
	<b>( m )</b>	<b>L * a * h</b>		<b>( m )</b>	<b>( m )</b>	<b>( m )</b>
2 * a	1,50	3 * a <sup>2</sup>	3	3,21	6,42	1,50
2 * a	2,00	4 * a <sup>2</sup>	4	2,78	5,56	2,00

**O . K**

$$\left\{ \begin{array}{l} a = 2,80 \\ L = 5,75 \text{ m} \\ h = 2,00 \text{ m} \end{array} \right.$$

Por Norma, a la altura real del Tanque Tratamiento se le debe aumentar 20% de h, para aireación.

$$h_{\text{real}} = 20 \% \frac{V_{\text{P.T}}}{a * L}$$

$$h_{\text{real}} = 20 \% \frac{30,96}{2,80 * 5,75}$$

$$h_{\text{real}} = 20 \% \quad 2,31 \text{ m}$$

a <sub>P.T</sub>	=	2,80	m
L <sub>P.T</sub>	=	5,75	m
h <sub>P.T</sub>	=	2,30	m

### **Volumen del Filtro**

Tiempo de retención (T<sub>R</sub>) = 15 min

$$V_{\text{FILTRO}} = Q_{PT1} * TR$$

$$V_{\text{FILTRO}} = 4,30 * 15 * 60 \text{ seg}$$

$$V_{\text{FILTRO}} = 3870 \text{ litros}$$

$$V_{\text{FILTRO}} = 3,87 \text{ m}^3$$

$$\text{Se adopta } L = 1$$

$$a_{\text{real}} =$$

$$2,80 \text{ m}$$

$$L = 1,00 \text{ m}$$

$$V_{\text{FILTRO}} = L * a * h$$

Por Norma, a la altura real del Tanque Filtro se le debe aumentar 20% de h, para aireación

$$h_{\text{real}} = 20 \% \text{ V P.T}$$

$$a * L$$

$$h_{\text{real}} = 20 \% 3,87$$

$$2,80 * 1,00$$

$$h_{\text{real}} = 20 \% 1,38 \text{ m}$$

$a_{\text{FILTRO}} =$	2,80	m
$L_{\text{FILTRO}} =$	1,00	m
$h_{\text{FILTRO}} =$	1,40	m

## TANQUE SÉPTICO 2

( pozo 29 al 59)

Caudal de entrada a la Planta de tratamiento

$$Q_{PT1} = 4,12 \text{ l/s}$$

Volumen Agua Planta de tratamiento

Tiempo de retención ( TR )= 2 horas

$$V_{P.T} = Q_{PT1} * TR$$

$$V_{P.T} = 4,12 \text{ l/s} * 2 \text{ horas} * 60 \text{ min} * 60 \text{ seg}$$

$$V_{P.T} = 29664 \text{ litros}$$

$$V_{P.T} = 29,64 \text{ m}^3$$

Por Norma la Longitud del tanque es de 2 a 7 veces el ancho

$$\text{Se adopta } L = 2 * a$$

$$\text{Se adopta } h = 1,50 \text{ m}$$

$$V_{P.T} = L * a * h$$

$$V_{P.T} = 2 * a * a * 1,50$$

$$V_{P.T} = 3 * a^2$$

$$a = .$$

$$=$$

$$a = 3,14 \text{ m}$$

$$L = 6,28 \text{ m}$$

$$h = 1,50 \text{ m}$$

Ladoptada	hadoptada	V	a	L	h
( m )	L * a * h	( m )	( m )	( m )	
2 * a	1,50	3 * a <sup>2</sup>	2	3,44	6,28
a =	3,50			1,50	O . K

$$L = 6,30 \text{ m}$$

$$h = 1,50 \text{ m}$$

Por Norma, a la altura real del Tanque Tratamiento se le debe aumentar 20% de h, para aireación.

$$h_{real} = 20 \% V_{P.T}$$

$$a * L$$

$$h_{real} = 20 \% \ 29,64$$

$$3,50 * 6,30$$

$$h_{real} = 20 \% \ 1,61 \quad m$$

$$a \text{ P.T} = 3,50 \quad m$$

$$L \text{ P.T} = 6,30 \quad m$$

$$h \text{ P.T} = 1,60 \quad m$$

Volumen del Filtro

$$\text{Tiempo de retención ( TR )} = 15 \quad \text{min}$$

$$V \text{ FILTRO} = Q_{PT1} * TR$$

$$V \text{ FILTRO} = 4,12 \text{ l/s} * 15 \text{ min} * 60 \text{ sg}$$

$$V \text{ FILTRO} = 3708 \quad \text{litros}$$

$$V \text{ FILTRO} = 3,71 \quad m^3$$

$$\text{Se adopta } L = 1,00$$

$$a_{real} = 3,50 \quad m$$

$$L = 1,00 \quad m$$

$$V \text{ FILTRO} = L * a * h$$

Por Norma, a la altura real del Tanque Filtro se le debe aumentar 20% de h, para aireación

$$h_{real} = 20 \% \ V \text{ P.T}$$

$$a * L$$

$$h_{real} = 20 \% \ 4,12$$

$$3,50 * 1,0$$

$$h_{real} = 20 \% \ 1,41 \quad m$$

a FILTRO = 3,50 m

L FILTRO = 1,00 m

h FILTRO = 1,40 m



## **CAPITULO IV**

### **Evaluación de los Impactos Ambientales**

La construcción de proyectos de alcantarillado es una de las actividades de la sociedad que más impactos produce en el medio ambiente, que pueden ser positivos o negativos, la implementación de una nuevo sistema de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales emplean tecnologías, materiales y procedimientos constructivos que de alguna manera afectan al ambiente.

#### **4.1 Características Físicas Ambientales**

En capítulos anteriores se describieron todas las características físicas del lugar donde se va a realizar el proyecto de alcantarillado sanitario y pluvial como son: ubicación, aspectos socioeconómicos, hidrología del sector , topografía, climatología, etc.

#### **4.2 Necesidades de Evaluación de los impactos**

En la construcción del sistema de alcantarillado y tratamiento de aguas, se van a tener diferentes tipos de impactos ambientales, es por eso que es necesario identificar, evaluar y describir cada uno de estos, para llevar a cabo una adecuada metodología de prevención de dichos impactos.

## **4.3 Determinación y Evaluación en los Sistemas de Alcantarillado**

### **4.3.1 Bases de Diseño**

Los Factores Ambientales son los diferentes factores externos al proyecto y capaces de influir en este, además son susceptibles de ser cambiados, estos cambios pueden ser grandes, ocasionando serios problemas al medio ambiente y por lo general se dan a mediano y largo plazo.

Un impacto ambiental es la alteración y modificación del medio ambiente o de un Factor Ambiental favorable o desfavorable, causado directa o indirectamente por una actividad humana que en nuestro caso sería la construcción de los sistemas de alcantarillado,

### **4.3.2 Metodología de Evaluación**

Para el estudio y diseño del plan de manejo ambiental se realizó el análisis de los planos y diseños constructivos de las obras, se constató en el lugar los sitios de su implantación y área de influencia, al mismo tiempo se determinaron los posibles impactos que resultarían con la ejecución del proyecto en el entorno ambiental, social, cultural y económico del área de influencia.

Para la determinación de los impactos que se ocasionaran en nuestro proyecto se elaboró una matriz de causa – efecto en donde se definieron acciones / actividades

del proyecto y los factores ambientales capaces de recibir impactos y las interacciones entre ellas.

### **4.3.3 Factores Ambientales**

Son componentes que actúan directamente sobre los seres vivos. Estos componentes pueden ser bióticos (predación, competencia) y abióticos (climáticos, edáficos, químicos).

Para poder identificar los impactos ambientales que el proyecto pueda ocasionar al entorno natural, debe conocerse detalladamente el proyecto, es decir en los procesos a realizarse como en la construcción, operación y mantenimiento del mismo.

Los factores ambientales susceptibles de sufrir impactos ya sea en la etapa de construcción del proyecto o en la etapa de operación y mantenimiento se identificarán en el siguiente cuadro:

CODIGO	FACTOR AMBIENTAL
F1	Contaminación del Aire
F2	Calidad del Agua
F3	Contaminación del Suelo
F4	Erosión
F5	Ruidos y Vibraciones
F6	Alteración de la Flora
F7	Alteración de la Fauna
F8	Alteración del Paisaje

F9	Empleo
F10	Calidad de Vida
F11	Alteración del Tráfico Vehicular
F12	Seguridad industrial

#### **4.3.3.1 Análisis Ambiental del Sistema de Alcantarillado**

Para realizar un estudio de impacto ambiental de este proyecto se lo ha dispuesto en base a algunos objetivos y criterios que los describimos a continuación:

- Disponer una descripción de las condiciones ambientales que encontramos en el lugar de realización del proyecto antes de su construcción.
- Equiparar y evaluar la magnitud e importancia de cada uno de los impactos ya sean positivos o negativos en el lugar de ejecución e influencia del proyecto.
- Identificar las medidas de mitigación para causar el menos impacto ambiental posible en la zona donde se llevara a cabo el proyecto.

En esta sección se menciona el trabajo requerido para evitar la contaminación del medio ambiente durante la ejecución de la obra y como resultado de las operaciones de construcción del proyecto.

Para nuestro propósito la contaminación del medio ambiente lo definimos como la presencia de agentes químicos, físicos y biológicos que afectan negativamente a la salud o el bienestar humano, alteran desfavorablemente los equilibrios ecológicos de

importancia para la vida o afectan a otras especies importantes para el hombre o reducen la utilidad del medio ambiente para propósitos estéticos o recreacionales.

En el procedimiento de análisis se identificaron algunas actividades que podrían ocasionar impactos en los factores ambientales, estas acciones en la etapa de construcción fueron:

				EXCAVACION	TRANSPORTE DE MATERIALES	COLOCACION DE TUBERIA	RELLENO	COMPACTACION EN ZONAS DE EXCAVACION	CONSTRUCCION DE OBRAS COMPLEMENTARIAS	RAZANTEO DE CALLES	MOVIMIENTO DE MAQUINARIAS
FACTORES AMBIENTALES	MEDIO	FACTORES	CODIGO	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
	GEOFISICO	CONTAMINACION DEL AIRE	F1	X	X	X	X	X	X	X	X
		CALIDAD DEL AGUA	F2	X						X	
		CONTAMINACION DEL SUELO	F3	X	X		X	X	X		X
		EROSION	F4	X	X						X
		RUIDOS Y VIBRACIONES	F5	X	X	X	X	X	X	X	X
	BIOTICO	ALTERACION DE LA FLORA	F6	X							
		ALTERACION DE LA FAUNA	F7	X							
		ALTERACION DEL PAISAJE	F8	X		X			X		
	SOCIAL	EMPLEO	F9	X		X	X	X	X	X	X
		CALIDAD DE VIDA	F10	X	X		X	X	X	X	X
		ALTERACION DEL TRAFICO VEHICULAR	F11	X	X	X	X		X	X	X
		SEGURIDAD LABORAL	F12	X	X	X	X	X	X		X
					POSITIVOS						
					NEGATIVOS						

CODIGO	ACCIONES EN EL PROYECTO
A1	Excavaciones
A2	Transporte de materiales
A3	Colocación de tubería
A4	Relleno
A5	Compactación en zonas de excavación
A6	Construcción de obras complementarias
A7	Razanteo de las calles
A8	Movimiento de maquinaria

#### **4.3.3.2 Aspectos Ambientales Operación y Mantenimiento**

En este sub-tema analizaremos los impactos ambientales que se suscitaran en la etapa de operación y mantenimiento, pero nos centraremos en los efectos negativos, para poder prevenir, mitigar y compensar estos impactos en esta etapa.

Durante la operación del proyecto se van a tener en su gran mayoría solo impactos positivos debido a que los impactos negativos se han contrarrestado en gran medida.

Las actividades que se tendrán en esta etapa son:

CODIGO	ACTIVIDAD DEL PROYECTO
A1	Operación
A2	Mantenimiento





				EXCAVACION	TRANSPORTE DE MATERIALES
FACTORES AMBIENTALES	MEDIO	FACTORES	CODIGO	A1	A2
	GEOFISICO	CONTAMINACION DEL AIRE	F1		
		CALIDAD DEL AGUA	F2		
		CONTAMINACION DEL SUELO	F3		
		EROSION	F4		
		RUIDOS Y VIBRACIONES	F5		
	BIOTICO	ALTERACION DE LA FLORA	F6		
		ALTERACION DE LA FAUNA	F7		
		ALTERACION DEL PAISAJE	F8		
	SOCIAL	EMPLEO	F9	X	X
		CALIDAD DE VIDA	F10	X	X
		ALTERACION DEL TRAFICO VEHICULAR	F11		
		SEGURIDAD LABORAL	F12	X	X
		POSITIVOS			
		NEGATIVOS			

#### **4.3.3.3 Impactos durante la construcción**

Durante la etapa de localización estudios y diseños del proyecto, se crea la expectativa lógica en la población, desde el punto de vista de salud principalmente, lo que puede ser analizado como un impacto positivo, siempre y cuando el proyecto se plasme en realidad; sin embargo, un impacto positivo directo durante este periodo no existirá. Durante la construcción podría tenerse en cuenta las fuentes de trabajo que se crearán, tanto en forma directa como en forma indirecta a los habitantes de la Comunidad. También un impacto positivo que se tendría en esta etapa es el aumento del costo de un inmueble en el sector de ejecución del proyecto, ya que este proyecto significaría un adelanto para la comunidad.

En esta etapa sobresalen los impactos negativos tales como el cierre de las vías para la excavación de zanjas y colocación de tuberías, lo cual causara molestias en los peatones y el tráfico vehicular. Además se afectara al paisaje esto por los montículos de tierra y escombros que se obtendrán en la etapa de excavación principalmente.

#### **4.3.3.4 Impactos durante la operación y mantenimiento**

Para esta etapa se ha establecido los siguientes aspectos que suelen producir impactos ambientales negativos:

- Falta de control o inadecuado manejo de las Plantas de Tratamiento que pueden llevar a la ineficiencia de los sistemas, esto debido a que no se cuenta con personal

capacitado para el manejo de esta planta de tratamiento y además que no se cuente con los equipos adecuados.

- Si no existe una adecuada operación y mantenimiento de los diferentes componentes de los sistemas, se corre el riesgo de volver a entregar a la población problemas por falta de alcantarillado.

- Insuficiente colaboración de los usuarios para mantener y hacer buen uso de los sistemas, por falta de campañas de difusión.

Durante esta etapa en si los impactos que se tendrían en su mayoría seria positivos esto debido a que se evacuaran y trataran de una forma adecuada las aguas lluvias y aguas negras de la comunidad.

Esto hace que si existe un adecuado funcionamiento de los sistemas de alcantarillado y de la planta de tratamiento el valor de los inmuebles en el sector aumentaría y al tener un adecuado uso de estas aguas ya tratadas se podría ayudar a la productividad agrícola del sector.

#### **4.4 Medidas de Mitigación de impactos negativos**

Como podemos observar los impactos negativos que podrían presentarse en la etapa de operación y mantenimiento son mínimos y estos son por ejemplo, por falta de adiestramiento y/o de cumplimiento del personal encargado pueden tener graves consecuencias sobre las condiciones de salud y salubridad de la población.

A base de los impactos negativos, es necesario tomar en cuenta los estudios de impactos ambientales que conduzcan a determinar y costear las medidas de mitigación.

#### **4.4.1 Medidas para Mitigar Impactos Ambientales negativos durante la ejecución**

Para las medidas de Mitigación de impactos ambientales es necesario tomar en cuenta lo siguiente:

- Antes de ejecutar cualquier obra, el Contratista someterá para su aprobación un plan que muestre el sistema que utilizará para controlar la erosión y para deshacerse de los desperdicios.
- Realizar un control de las aguas de escurrimiento superficial, mediante obras de drenaje adecuadas.
- Conservación de los recursos naturales del suelo, dentro de los límites del proyecto y fuera de los límites de los trabajos permanentes ejecutados para el proyecto, de tal forma que sean restaurados después de terminada la construcción, a una condición que luzca natural y que no deteriore la apariencia del proyecto.

#### **CALIDAD DEL AIRE**

Para evitar el deterioro de la calidad del aire durante la etapa de construcción del proyecto se deben tomar en cuenta algunas medidas tales como:

- Mantener húmeda la tierra que se está removiendo en el sitio de construcción para evitar las emanaciones de polvo.
- Si los materiales van hacer transportados en volquetas, que estas vayan cubiertas con una carpa o lona que se encuentren en buen estado.

- Para reducir las emisiones de gas por las maquinas, se deberá realizar un control y calibración periódica de los motores además un continuo cambio en los filtros de las maquinas.
- Una vez terminada el trabajo en un determinado tramo se deberán realizar la limpieza respectiva del lugar para evitar escombros y arrastres de material con el viento.
- El desalojo de desperdicios y escombros debe realizarse diariamente para evitar montículos en las vías que dañan la estética del lugar.

## **RUIDO Y VIBRACIONES**

Algunas recomendaciones para evitar este tipo de molestias son las siguientes:

- Los trabajos por parte de la maquinaria que cause ruido y vibración deberán ser ejecutados durante el dia para evitar las molestias en el descanso de los habitantes del sector.
- Controles periódicos de las maquinas que causen ruido y vibración pero que estén dentro de los rangos permisibles caso contrario serán puestas en mantenimiento.
- Cuando se tengan lugares muy sensibles se deberá optar por excavaciones a mano para evitar posibles daños.

## **ACTIVIDADES ECONOMICAS**

Para evitar que las actividades económicas del sector se vean afectadas por los trabajos se deben tomar algunas medias como:

- Se debe tener un estricto cumplimiento de los cronogramas de obra establecidos, para que las molestias e interrupciones no duren más de lo necesario y permitan una continuidad inmediata de las labores de las personas que tienen sus negocios en el sector (tiendas, etc)

Además se plantean varias medidas de control para diversos aspectos adicionales que ocurren durante la etapa de construcción, como son:

- Durante la fase de construcción se deberán tomar las debidas precauciones para las señalizaciones de desvíos, o la existencia de obstáculos o peligros para el tráfico vehicular (excavaciones, acumulación de materiales, etc.), esto es colocando conos de seguridad o cintas de peligro.
- Se deberá desalojar de la vía y área de influencia directa todo el material de desecho remanente antes de reabrir la vía a la circulación vehicular.

## **SEGURIDAD LABORAL**

- Se deben entregar a los trabajadores todas las prendas de seguridad necesarias para los determinados trabajos que se vayan a efectuar por el personal y además se los debe dar una adecuada información para el adecuado uso, además tendrán la responsabilidad de su custodia y también de mantenerlos limpios.
- En el lugar o tramo donde se estén realizando los trabajos se debe tener muy a la vista un botiquín de primeros auxilios en el cual tenga las medicinas necesarias para una emergencia en el trabajo.
- También se debe contar con la seguridad adecuada dependiendo en el tipo de suelo que se este trabajando esto es si es un suelo de malas características y

en el cual se deba realizar una excavación muy profunda, se deberá realizar un entibado o apuntalamiento de los taludes para evitar posibles derrumbes.

#### **4.4.2 Medidas para Mitigar Impactos Ambientales negativos durante la operación.**

Como se dijo anteriormente los impactos negativos que se tendrán durante la operación del proyecto van hacer mínimos pero para mitigar estos impactos se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

- Organización de programas de capacitación periódicos, tanto en la etapa de construcción como de operación, para concienciar a la comunidad en el uso adecuado del sistema de alcantarillado y así mejorar sus condiciones de vida y salud.
- El personal encargado de monitorear o manejar el proyecto deberá estar capacitado y calificado para evitar el mal uso y manejo de los implementos, tales como válvulas y otros en la planta de tratamiento.

## **CAPITULO V**

### **Especificaciones Técnicas de Construcción y Materiales**

#### **5.1 Especificaciones Técnicas de la Construcción**

Para una adecuada realización de todo el proyecto del alcantarillado pluvial y sanitario del sector de Tanialo, debemos cumplir con ciertas normas y especificaciones técnicas que nos dan ciertos organismos nacionales tales como la EMMAP, etc.

Las modificaciones que se los realicen a estos elementos serán debido a que la realidad física del proyecto lo amerita debido a las condiciones del terreno u otros factores, etc.

#### **REPLANTEO Y NIVELACION**

##### **Definición.-**

El Replanteo es la ubicación del proyecto en el terreno usando equipos de precisión tales como: teodolito o estación total los cuales nos dan las cotas de cimentación de la obra a ejecutarse, en base a las indicaciones de los planos respectivos, como paso previo a la construcción.



**Especificaciones.-**

Todos los trabajos de replanteo deben ser ejecutados con aparatos de precisión y por personal técnico capacitado y experimentado. Se deberá colocar mojones de hormigón perfectamente identificados con la cota y abscisa correspondiente y su número estará de acuerdo a la magnitud de la obra y necesidad de trabajo y órdenes del Ing. Fiscalizador.

**Medición y forma de pago**

El replanteo y nivelación se los medirán en metros lineales en caso de zanjas y por metros cuadrado si son estructuras, aproximándolos a dos decimales conformes los reales trabajos ejecutados en sujeción a los planos de diseño, o sus variantes o ampliaciones debidamente aprobadas por la fiscalización.

El pago de este rubro cubre los costos de mano de obra, utilización de maquinaria y equipos, dirección técnica, administración y cualquier otro gasto que tenga que realizar el constructor para la total, eficaz y buena realización del rubro.

**DESBROCE, LIMPIZA Y DESBOSQUE****Definición.-**

Consiste en limpiar el terreno necesario para realizar la obra, de acuerdo a las especificaciones y demás documentos, en las zonas indicadas por los planos o por el personal de fiscalización. Se procederá a cortar, desenraizar y retirar de los sitios en

donde se llevara a cabo el proyecto todos los árboles, incluido sus raíces y maleza, etc. y cualquier vegetación en las áreas de construcción y disponer de estas en forma satisfactoria al fiscalizador.

### **Especificaciones**

Estos trabajos pueden ser efectuados indistintamente a mano o mediante el uso de equipos mecánicos, todo el material proveniente del desbroce y limpieza deberá colocarse fuera de las zonas destinadas a la construcción, en los sitios donde señale el ingeniero fiscalizador o los planos.

El material aprovechable proveniente del desbroce será propiedad del contratante y deberá ser almacenado en los sitios que se indique, no pudiendo ser utilizado por el constructor sin previo consentimiento del contratante.

Las operaciones de desbroce y limpieza deberán efectuarse invariablemente en forma previa a los trabajos de construcción.

Los daños y perjuicios a propiedad ajena producidos por trabajos de desbroce efectuados indebidamente dentro de las zonas de construcción, serán de la responsabilidad del constructor.

Cuando se presenten en los sitios de las obras árboles que obligatoriamente deben ser retirados para la construcción, éstos deben ser retirados desde sus raíces tomando todas las precauciones del caso para evitar daños en las áreas circundantes, además deben ser medidos y cuantificados para proceder al pago por metro cúbico de desbosque.

**Forma de pago**

Este rubro de desbroce y limpieza se medirá tomando como unidad el metro cuadrado con aproximación de dos decimales. No se estimará para fines de pago el desbroce y limpieza que efectúe el constructor fuera de las áreas que se indiquen en el proyecto, o disponga el ingeniero fiscalizador de la obra.

**EXCAVACIONES****Definición.-**

Se entiende por excavación el remover o quitar la tierra u otros materiales con el fin de conformar espacios para canales, drenes, elementos estructurales, tuberías y colectores, etc. incluyendo las operaciones necesarias para compactar o limpiar el replantillo y los taludes, el retiro del material producto de las excavaciones, y conservar éstas por el tiempo necesario para realizar una determinada actividad.

**Especificaciones.-**

La excavación para estructuras o zanjas para tubería y otros podrá ser realizada manualmente o a máquina, será efectuada de acuerdo con los trazados indicados en los planos y memorias técnicas, excepto cuando se encuentren inconvenientes imprevistos en cuyo caso aquellos pueden ser modificados de conformidad con el criterio técnico del Ingeniero Fiscalizador.

Los tramos del canal comprendido entre dos pozos consecutivos seguirán una línea recta y tendrán una sola gradiente.

El fondo de la zanja será lo suficientemente ancho para permitir libremente el trabajo de los obreros colocadores de tubería o constructores de colectores y para la ejecución de un buen relleno. En ningún caso, el ancho del fondo de la zanja será

menor que el diámetro exterior del tubo más 0.50m sin entibados, con entibamiento se considerará un ancho de la zanja no mayor que el diámetro exterior del tubo más 0,80 m; la profundidad mínima para zanjas de alcantarillado será 0,75 m más el diámetro exterior del tubo más 0,10 m al fondo que corresponderán al espacio necesario para conformar la cama de arena de apoyo para la tubería. En la construcción de colectores, el ancho del fondo de zanja será igual al de la dimensión exterior de colector.

Cuando a juicio del ingeniero fiscalizador, el terreno que constituya el fondo de las zanjas sea poco resistente o inestable, se procederá a realizar sobre excavación hasta encontrar terreno conveniente; este material inaceptable se desalojará, y se procederá a reponer hasta el nivel de diseño, con tierra buena, replantillo de grava, piedra triturada o cualquier otro material que a juicio del ingeniero fiscalizador sea conveniente.

### **Excavación a mano**

Este tipo de excavación es aquella que se la realiza sin equipo mecanizado o maquinaria pesada, en materiales que pueden ser removidos utilizando solo mano de obra y herramienta menor.

### **Excavación a máquina**

Se entenderá por excavación a máquina de zanjas la que se realice según el proyecto para la fundición de elementos estructurales, alojar la tubería o colectores, incluyendo las operaciones necesarias para compactar, limpiar el replantillo y taludes de las mismas, la remoción del material producto de las excavaciones y conservación

de las excavaciones por el tiempo que se requiera hasta una satisfactoria colocación de la tubería.

### **Excavación en tierra**

La excavación en tierra es aquella que se la realiza en materiales que pueden ser removidos por los métodos ordinarios de excavación, que pueden estar compuestos por segmentos rocosos cuya dimensión no sea mayor de 5 cm o que no sobrepase el 40 % del volumen de excavación.

### **Excavación en conglomerado**

Definimos como excavación en conglomerado, al trabajo de remover y desalojar fuera de la zanja los materiales que no pueden ser aflojados por los métodos ordinarios. Entendiéndose por conglomerado la mezcla natural formada de un esqueleto mineral de áridos de diferente granulometría y un ligante, dotada de características de resistencia y cohesión, aceptando la presencia de bloques rocosos cuya dimensión se encuentre entre 5cm y 60cm.

### **Excavación en roca**

Entenderemos por roca todo material mineral sólido que se encuentre en estado natural en grandes masas o fragmentos con un volumen mayor de 200 dm<sup>3</sup>, y que requieren el uso de explosivos y/o equipo especial para su excavación y desalojo.

Cuando en el fondo de la excavación, o plano de fundación se tenga roca; se sobre excavará una altura conveniente y colocaremos un replantillo con un material adecuado el cual sea aceptado y este de conformidad con el fiscalizador.

### **Excavación con presencia de agua (fango)**

Esta excavación en zanja se ocasiona por la presencia de aguas cuyo origen puede ser por diversas causas, principalmente nivel freático; como el agua dificulta el trabajo y disminuye la seguridad de personas y de la obra misma, es necesario tomar las debidas precauciones y protecciones.

Los métodos y formas de eliminar el agua de las excavaciones pueden ser bombeo, drenaje, cunetas y otros.

Es importante tener en cuenta la temporada invernal en el lugar del proyecto para realizar las excavaciones, ya que estas deberán estar libres de agua al momento de colocarse la tubería y los colectores. Las zanjas se mantendrán secas hasta que las tuberías hayan sido completamente acopladas y en ese estado se conservarán por lo menos seis horas después de colocado el mortero y hormigón.

### **Medición y forma de pago**

Las excavaciones se medirán en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) con aproximación a dos decimales, determinándose los volúmenes en la obra según el proyecto y las disposiciones del fiscalizador. No se considerarán las excavaciones hechas fuera del proyecto sin la autorización debida, ni la remoción de derrumbes originados por causas atribuibles al constructor.

El pago se realizará por el volumen de obra realmente excavado.

Se tomarán en cuenta las sobre excavaciones cuando estas sean debidamente aprobadas por el ingeniero fiscalizador.

El pago de este rubro cubre los costos de mano de obra, utilización de maquinaria y equipos, dirección técnica, administración y cualquier otro gasto

que tenga que realizar el constructor para la total, eficaz y buena realización del rubro.

## **RAZANTEO DE ZANJAS**

### **Definición.-**

Entendemos por razanteo de zanja la excavación manual del fondo de la zanja para adecuar la estructura de tal manera que esta quede asentada sobre una superficie consistente y uniforme.

### **Especificaciones.-**

La conformación del fondo de la zanja se realizará a mano, por lo menos en una profundidad de 10cm, de tal manera que la estructura quede apoyada en forma adecuada y estable, para resistir los esfuerzos exteriores, considerando la clase de suelo de la zanja, de acuerdo a lo que se especifique en el proyecto. El razanteo se realizará de acuerdo a lo especificado en los planos de construcción proporcionados por la entidad contratante.

### **Medición y forma de pago**

La unidad de medida de este rubro será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>) y se pagará de acuerdo al precio unitario estipulado en el contrato. Se medirá con una aproximación de 2 decimales. El pago de este rubro cubre los costos de mano de obra, utilización de maquinaria y equipos, dirección técnica, administración y cualquier otro gasto que tenga que realizar el constructor para la buena realización del elemento.

## **RELLENOS**

### **Definición.-**

Se entiende por relleno a las acciones que deben realizarse para taponar con materiales y técnicas apropiadas las excavaciones que se hayan realizado para enterrar tuberías o estructuras auxiliares, hasta el nivel original del terreno o la calzada a nivel de subrasante sin considerar el espesor de la estructura del pavimento si existiera, o hasta los niveles determinados en el proyecto o las órdenes del ingeniero fiscalizador.

### **Especificaciones.-**

En ningún caso se deberá proceder a realizar un relleno de excavaciones sin antes obtener la aprobación del ingeniero fiscalizador, pues en caso contrario, éste podrá ordenar la total extracción del material utilizado en rellenos no aprobados por él, sin que el constructor tenga derecho a ninguna retribución por ello. El ingeniero fiscalizador debe comprobar la pendiente y alineación del tramo. El material y el procedimiento de relleno deben tener la aprobación del ingeniero fiscalizador. El constructor será responsable por cualquier desplazamiento o desgarramiento de la tubería u otras estructuras, así como de los daños o inestabilidad de los mismos causados por el inadecuado procedimiento de relleno.

La primera parte del relleno, que debe incluir una sección de 0,10 m de espesor con el fin de ser utilizada como cama de apoyo para la tubería, se hará invariablemente empleando en ella tierra fina seleccionada, exenta de piedras, ladrillos, tejas y otros



materiales duros; los espacios entre la tubería o estructuras y el talud de la zanja deberán rellenarse cuidadosamente con pala y apisonamiento suficiente hasta alcanzar un nivel de 30 cm sobre la superficie superior del tubo o estructuras.

La primera parte del relleno, que debe incluir una sección de 0,10 m de espesor con el fin de ser utilizada como cama de apoyo para la tubería, se lo realizará empleando en ella tierra fina seleccionada, que no contenga por ningún motivo piedras, ladrillos, o cualquier otro material compacto que pudiera dañar la tubería al contacto; los espacios entre la tubería o estructuras y el talud de la zanja deberán rellenarse cuidadosamente con pala y apisonamiento suficiente hasta alcanzar un nivel de 30 cm sobre la superficie superior del tubo.

La construcción de las estructuras de los pozos de revisión requeridos en la calles, incluyendo la instalación de sus cercos y tapas metálicas, deberá realizarse simultáneamente con la terminación del relleno y capa de rodadura para restablecer el servicio del tránsito lo antes posible en cada tramo.

Los rellenos que se hagan en zanjas ubicadas en terrenos de fuerte pendiente se terminarán en la capa superficial empleando material que contenga piedras lo suficientemente grandes para evitar el deslave del relleno motivado por el escurrimiento de las aguas pluviales, o cualquier otra protección que el fiscalizador considere conveniente.

## **COMPACTACIÓN**

### **Definición.-**

Compactar es la operación previa, para aumentar la resistencia superficial de un terreno sobre el cual deba construirse una carretera y otra obra. Aplicando una cantidad de energía la cual es necesaria para producir una disminución apreciable del volumen de hueco del material utilizado. Toda actividad de compactación cualquiera sea el caso tales como : excavaciones para edificios, colocaciones de tubería etc, deben cumplir con ciertos requisitos:

- Debe tener suficiente resistencia para soportar con seguridad su propio peso y el de la estructura o las cargas de las ruedas.
- No debe asentarse o deformarse tanto, por efecto de la carga, que se dañe el suelo o la estructura que soporta.
- No debe ni retraerse ni expandirse excesivamente.
- Debe conservar siempre su resistencia e imcompresibilidad.

El grado de compactación que se le debe dar a un relleno, varía de acuerdo a la ubicación de la zanja, así en las calles importantes o en aquellas que van hacer pavimentadas, se requiere un 95 % de la densidad según la ASSHTO T -180, mientras que en calles de muy bajo tráfico o zonas donde no existen calles o poca posibilidad de expandirse se tomara un 90 % de compactación del ASSHTO T-180.

Para material arcilloso, se usarán compactadores neumáticos, si el ancho de la zanja lo permite, se pueden utilizar rodillos pata de cabra. Cualquiera que sea el equipo, se

pondrá especial cuidado para no producir daños en las tuberías. Con el propósito de obtener una densidad cercana a la máxima, el contenido de humedad del material de relleno debe ser similar al óptimo.

En el caso de material no cohesivo se utilizará el método de inundación con agua para obtener el grado deseado de compactación; en este caso se tendrá cuidado de impedir que el agua fluya sobre la parte superior del relleno. El material no cohesivo también puede ser compactado utilizando vibradores mecánicos o chorros de agua a presión.

En el relleno se empleará preferentemente el producto de la propia excavación, cuando éste no sea apropiado se seleccionará otro material de préstamo, con el cual previo a que esté de acuerdo el ingeniero fiscalizador, se procederá a realizar el relleno. En ningún caso el material de relleno deberá tener un peso específico en seco menor de 1600 kg/m<sup>3</sup>. El material seleccionado puede ser cohesivo, pero en todo caso cumplirá con los siguientes requisitos:

- No debe contener material orgánico.
- En el caso de ser material granular, el tamaño del agregado será menor o a lo más igual que 5cm.
- Deberá ser aprobado por el ingeniero fiscalizador.

Una vez que la zanja haya sido rellena y compactada, el constructor deberá limpiar la calle de todo sobrante de material de relleno o cualquier otra clase de material. Si así no se procediera, el ingeniero fiscalizador podrá ordenar la paralización de todos

los demás trabajos hasta que la mencionada limpieza se haya efectuado y el constructor no podrá hacer reclamos por extensión del tiempo o demora ocasionada.

### **Forma de pago**

Este trabajo será medido en metros cúbicos compactados con aproximación a dos decimales. El trabajo ejecutado con material y equipo aprobados, medido de acuerdo a lo determinado anteriormente, será pagado según el precio unitario de la propuesta aceptada. Este precio incluirá la compensación total por el re-lleno y compactación, incluyendo mano de obra, suministro de equipo, herramientas, combustible, costo de los ensayos de laboratorio y trabajos adicionales que pudieran requerirse.

El material empleado en el relleno de sobre excavación o derrumbes imputables al constructor, no será cuantificado para fines de estimación y pago.

## **ACARREO Y TRANSPORTE DE MATERIALES**

### **ACARREO**

#### **Definición.-**

El acarreo de material es aquella actividad de cargar y transportar el material producto de las excavaciones hasta los bancos de desperdicio o almacenamiento que conste en los planos o que sea dispuesto por el fiscalizador.

El acarreo se entenderá también a la movilización de material de un lugar a otro dentro de la zona de construcción a una distancia no mayor a 100 m desde la

ubicación original del material para reposición o relleno, esta actividad se la podrá realizar con carretillas o cualquier otra manera para su fiel cumplimiento.

Si se diera el caso de no existir la posibilidad de llegar hasta el sitio mismo de la construcción con los materiales pétreos, sino que se los deben descargar cerca debido a que no hay vías carrozables, el transporte de estos materiales debe ser tomado en cuenta en el análisis del rubro.

## **TRANSPORTE**

### **Definición.-**

Se entiende por transporte de materiales todas las tareas que permiten llevar al sitio de obra todos los materiales necesarios para su ejecución, para los que en los planos y documentos de la obra se indicará cuales son; y el desalojo desde el sitio de obra a los lugares terminados por el fiscalizador, de todos los materiales producto de las excavaciones, que no serán aprovechados en los rellenos y deben ser retirados. Este rubro incluye: carga, transporte y volteo final.

## **ESPECIFICACIONES**

### **Acarreo**

El acarreo de materiales producto de las excavaciones, autorizados por la fiscalización, se deberá realizar por medio de equipo mecánico adecuado en buenas condiciones, sin ocasionar la interrupción de tráfico de vehículos, ni causar molestias a los habitantes. Incluyen las actividades de carga, transporte y volteo.

## **Transporte**

El transporte se realizará del material autorizado por el fiscalizador y a los sitios dispuestos por la fiscalización, este trabajo se ejecutará con los equipos adecuados, y de tal forma que no cause molestias a los usuarios de las vías ni a los moradores del sector.

El transporte deberá hacerse a los sitios señalados y por las rutas de recorrido fijadas por el fiscalizador, si el contratista decidiera otra ruta u otro sitio de recepción de los materiales desalojados o transportados, la distancia para el pago será aquella determinada por el fiscalizador.

## **Forma De Pago**

### **Acarreo**

Los trabajos de acarreo de material producto de la excavación se medirán para fines de pago en la forma siguiente:

- El acarreo del material producto de la excavación en una distancia dentro de la zona de libre colocación se medirá para fines de pago en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) con dos decimales de aproximación, de acuerdo a los precios estipulados en el contrato.
- Por zona de libre colocación se entenderá la zona comprendida entre el área de construcción de la obra y 1 kilómetro alrededor de la misma.

## **Transporte**

El transporte para el pago será calculado como el producto del volumen realmente transportado, por la distancia desde el centro de gravedad del lugar de las excavaciones hasta el sitio de descarga señalado por el fiscalizador.

Para el cálculo del transporte, el volumen transportado será el realmente excavado, medido en metros cúbicos en el sitio de obra, y la distancia en kilómetros y fracción de kilómetro será la determinada por el fiscalizador en la ruta definida desde la obra al sitio de depósito.

El pago de este rubro cubre los costos de mano de obra, utilización de maquinaria y equipos, dirección técnica, administración y cualquier otro gasto que tenga que realizar el constructor para la total, eficaz y buena realización del rubro.

## **PROTECCION Y ENTIBAMIENTO**

### **Definición.-**

Son los trabajos que tienen por objeto evitar la socavación o derrumbamiento de las paredes de la excavación, e impedir o retardar la penetración del agua subterránea, sea en zanjas u otros elementos.

### **ESPECIFICACIONES.-**

El constructor deberá realizar obras de entibado, soporte provisional, bombeo, en aquellos sitios donde se encuentren estratos aluviales sueltos, permeables, que no garanticen las condiciones de seguridad en el trabajo. Donde se localizarán viviendas

cercanas, se deberán considerar las separaciones y las medidas de soporte provisionales que aseguren la estabilidad de las estructuras cercanas al lugar del trabajo.

### **Protección apuntalada**

Para este tipo de protección, las tablas se colocan verticalmente contra las paredes de la excavación y se sostienen en esta posición mediante puntales transversales, que son ajustados en el propio lugar.

El objeto de colocar las tablas contra la pared es sostener la tierra e impedir que el puntal transversal se hunda en ella. El espesor y dimensiones de las tablas, así como el espaciamiento entre los puntales dependerá de las condiciones de la excavación y del criterio de la fiscalización.

Este sistema apuntalado es una medida de precaución, útil en las zanjas relativamente estrechas, con paredes de cangahua, arcilla compacta y otro material cohesivo. No debe usarse cuando la tendencia a la socavación sea pronunciada.

Esta protección es peligrosa en zanjas donde se hayan iniciado deslizamientos, pues da una falsa impresión de seguridad.

### **Protección en esqueleto**

Esta protección consiste en tablas verticales, como en el anterior sistema, largueros horizontales que van de tabla a tabla y que sostienen en su posición por travesaños apretados con cuñas, si es que no se dispone de puntales extensibles, roscados y metálicos.



Esta forma de protección se usa en los suelos inseguros que al parecer solo necesitan un ligero sostén, pero que pueden mostrar una cierta tendencia a sufrir socavaciones de improviso.

Cuando se advierta el peligro, puede colocarse rápidamente una tabla detrás de los largueros y poner puntales transversales si es necesario. El tamaño de las piezas de madera, espaciamiento y modo de colocación, deben ser idénticos a los de una protección vertical completa, a fin de poder establecer ésta si fuera necesario.

### **Protección en caja**

La protección en caja está formada por tablas horizontales sostenidas contra las paredes de la zanja por piezas verticales, sujetas a su vez por puntales que no se extienden a través de la zanja. Este tipo de protección se usa en el caso de materiales que no sean suficientemente cohesivos para permitir el uso de tablonos y en condiciones que no hagan aconsejable el uso de protección vertical, que sobresale sobre el borde de la zanja mientras se está colocando. La protección en caja se va colocando a medida que avanzan las excavaciones. La longitud no protegida en cualquier momento no debe ser mayor que la anchura de tres o cuatro tablas.

### **Protección vertical**

Esta protección es el método más completo y seguro de revestimiento con madera. Consiste en un sistema de largueros y puntales transversales dispuestos de tal modo que sostengan una pared sólida y continua de planchas o tablas verticales, contra los lados de la zanja. Este revestimiento puede hacerse así completamente impermeable al agua, usando tablas machihembradas, láminas de acero, etc.

La armadura de protección debe llevar un puntal transversal en el extremo de cada larguero y otro en el centro.

Si los extremos de los largueros están sujetos por el mismo puntal transversal, cualquier accidente que desplace un larguero se transmitirá al inmediato y puede causar un desplazamiento continuo a lo largo de la zanja, mientras que un movimiento de un larguero sujeto independientemente de los demás, no tendrá ningún efecto sobre éstos.

### **Forma De Pago**

La colocación de entibados será medida en m<sup>2</sup> del área colocada directamente a la superficie de la tierra, para los cálculos respectivos se usaran dos decimales, el pago se hará al constructor con los precios unitarios estipulados en el contrato de la obra.

El pago de este rubro cubre los costos de mano de obra, utilización de maquinaria y equipos, dirección técnica, administración y cualquier otro gasto que tenga que realizar el constructor para la total, eficaz y buena realización del rubro.

## **ENCOFRADO Y DESENCOFRADO**

### **Definición.-**

Desencofrado se refiere a aquellas actividades mediante las cuales se retiran los encofrados de los elementos fundidos, luego de que ha transcurrido un tiempo prudencial, y el hormigón vertido ha alcanzado cierta resistencia.

Se entenderá por encofrados las formas volumétricas, que se confeccionan con piezas de madera, metálicas o de otro material resistente, para que soporten el vaciado del hormigón, con el fin de amoldarlo a la forma prevista.

## **ESPECIFICACIONES**

Los encofrados contruidos de madera pueden ser rectos o curvos, de acuerdo a los requerimientos definidos en los diseños finales; deberán ser lo suficientemente fuertes para resistir la presión resultante del vaciado y vibración del hormigón, estar sujetos rígidamente en su posición correcta y lo suficientemente impermeables para evitar la pérdida de la lechada.

Los encofrados para tabiques o paredes delgadas estarán formados por tableros compuestos de tablas y bastidores o de madera contrachapada de un espesor adecuado al objetivo del encofrado, pero en ningún caso menores de 1cm.

Estos tirantes y los espaciadores de madera, que formarán el encofrado, por sí solos resistirán los esfuerzos hidráulicos del vaciado y vibrado del hormigón. Los apuntalamientos y riostras servirán solamente para mantener a los tableros en su posición, pero en todo caso no resistirán esfuerzos hidráulicos.

Al colar hormigón contra las formas, éstas deberán estar libres de incrustaciones de mortero, lechada u otros materiales extraños que pudieran contaminar el hormigón.

Antes de depositar el hormigón, las superficies del encofrado deberán aceitarse con aceite comercial para encofrados, de origen mineral.

Los encofrados metálicos pueden ser rectos o curvos. De acuerdo a los requerimientos definidos en los diseños finales deberán ser lo suficientemente fuertes para resistir la presión resultante del vaciado y vibración del hormigón, estar sujetos rígidamente en su posición correcta y los suficientemente impermeables para evitar la pérdida de la lechada. En caso de ser tablero metálico de tol, su espesor no debe ser inferior a 2 mm.

Las formas se dejarán en su lugar hasta que la fiscalización autorice su remoción, y se removerán con cuidado para no dañar el hormigón.

La remoción se autorizará y efectuará tan pronto como sea factible; para evitar demoras en la aplicación del compuesto para sellar o realizar el curado con agua, y permitir la más pronto posible, la reparación de los desperfectos del hormigón.

Con la máxima anticipación posible para cada caso, el constructor dará a conocer a la fiscalización los métodos y material que empleará para construcción de los encofrados. La autorización previa del fiscalizador para el procedimiento del colado no relevará al constructor de sus responsabilidades en cuanto al acabado final del hormigón dentro de las líneas y niveles ordenados.

Después de que los encofrados para las estructuras de hormigón hayan sido colocados en su posición final, serán inspeccionados por la fiscalización para comprobar que son adecuados en construcción, colocación y resistencia, pudiendo exigir al constructor el cálculo de elementos encofrados que justifiquen esa exigencia.

El uso de vibradores exige el empleo de encofrados más resistentes que cuando se usan métodos de compactación a mano.

### **FORMA DE PAGO**

Los encofrados se medirán en metros cuadrados ( $m^2$ ) con aproximación de dos decimales.

Al efecto, se medirán directamente en la estructura las superficies de hormigón que fueran cubiertas por las formas al tiempo que estén en contacto con los encofrados empleados.

No se medirán para efectos de pago las superficies de encofrado empleadas para confinar hormigón que debió ser vaciado directamente contra la excavación y que debió ser encofrado por causa de sobre excavaciones u otras causa imputables al constructor, ni tampoco los encofrados empleados fuera de las líneas y niveles del proyecto. La obra falsa de madera para sustentar los encofrados estará incluida en el pago.

El constructor podrá sustituir, al mismo costo, los materiales con los que está constituido el encofrado (otro material más resistente), siempre y cuando se mejore la especificación, previa la aceptación del ingeniero fiscalizador.

El pago de este rubro cubre los costos de mano de obra, utilización de maquinaria y equipos, dirección técnica, administración y cualquier otro gasto que tenga que realizar el constructor para la total, eficaz y buena realización del rubro.

## **MANIPULACIÓN Y VACIADO DEL HORMIGÓN**

### **Manipulación**

La manipulación del hormigón en ningún caso deberá tomar un tiempo mayor a 30 minutos.

Antes del vaciado, el constructor deberá proveer de canalones, elevadores y plataformas adecuadas a fin de transportar el hormigón en forma correcta hacia los diferentes niveles de consumo. En todo caso no se permitirá que se deposite el hormigón desde una altura tal que se produzca la separación de los agregados y produzcan efectos nocivos en su resistencia principalmente.

El equipo necesario, tanto para la manipulación como para el vaciado, deberá estar en perfecto estado, limpio y libre de materiales usados y extraños; es decir lavado.

### **Vaciado**

Para la ejecución y control de los trabajos, se podrán utilizar las recomendaciones del ACI 614 - 59 o las ASTM. El constructor deberá notificar al fiscalizador el momento en que se realizará el vaciado del hormigón fresco, de acuerdo con el cronograma, planes y equipos ya aprobados. Todo proceso de vaciado, a menos que se justifique en algún caso específico, se realizará bajo la presencia del fiscalizador quien pedirá que se tomen muestras para los ensayos de cilindros para comprobar la resistencia del hormigón que se está colocando.

El hormigón debe ser colocado en obra dentro de los 30 minutos después de amasado, para esto se deberá estar con los encofrados listos y limpios; asimismo deberán estar colocados, verificados y comprobados todas las armaduras y chicotes; en estas condiciones, cada capa de hormigón deberá ser vibrada a fin de desalojar las burbujas de aire y vacíos contenidas en la masa; los vibradores podrán ser de tipo eléctrico o neumático, electromagnético o mecánico, de inmersión o de superficie, etc.

De ser posible, se colocará en obra todo el hormigón de forma continua.

Cuando sea necesario interrumpir la colocación del hormigón, se procurará que ésta se produzca fuera de las zonas críticas de la estructura, o en su defecto se procederá a la formación inmediata de una junta de construcción técnicamente diseñada según los requerimientos del caso y aprobados por la fiscalización.

Las jornadas de trabajo, si no se estipula lo contrario, deberán ser tan largas, como sea posible, a fin de obtener una estructura completamente monolítica, o en su defecto establecer las juntas de construcción ya indicadas.

El vaciado de hormigón para condiciones especiales debe sujetarse a lo siguiente:

- Vaciado del hormigón bajo agua: se permitirá colocar el hormigón bajo agua tranquila, siempre y cuando sea autorizado por el ingeniero fiscalizador y que el hormigón contenga veinticinco por ciento (25%) más cemento que la dosificación especificada. No se pagará compensación adicional por ese concepto extra. No se permitirá vaciar hormigón bajo agua que tenga una temperatura inferior a 5°C.
- Vaciado del hormigón en tiempo cálido: la temperatura de los agregados, agua y cemento será mantenida al más bajo nivel práctico para esto si es necesario se deberán enfriar los agregados. La temperatura del cemento en la hormigonera no excederá de 50°C y se debe tener cuidado para evitar la formación de bolas de cemento.
- La subrasante y los encofrados serán totalmente humedecidos antes de la colocación del hormigón, para mejorar su adherencia.
- La temperatura del hormigón no deberá bajo ninguna circunstancia exceder de 32°C y a menos que sea aprobado específicamente por la supervisión, debido a condiciones excepcionales, la temperatura será mantenida a un máximo de 27°C.

- Un aditivo retardante reductor de agua que sea aprobado será añadido a la mezcla del hormigón de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. No se deberá exceder el asentamiento especificado, para evitar problemas de manejabilidad y trabajabilidad de la mezcla.

### **Consolidación.**

El hormigón armado o simple será consolidado por vibración y otros métodos adecuados aprobados por el fiscalizador. Se utilizarán vibradores internos para consolidar hormigón en todas las estructuras. Deberá existir suficiente equipo vibrador de reserva en la obra, en caso de falla de las unidades que estén operando.

El vibrador será aplicado en intervalos horizontales, con una separación máxima entre inmersión e inmersión del aparato de 75cm; por períodos cortos de 5 a 15 segundos, inmediatamente después de que ha sido colocado. El apisonado, varillado o paleteado será ejecutado a lo largo de todas las caras para mantener el agregado grueso alejado del encofrado y obtener superficies completamente lisas y uniformes.

### **Pruebas de consistencia y resistencia.**

Se controlará periódicamente la resistencia requerida del hormigón, se ensayarán en muestras cilíndricas de 15,3cm (6") de diámetro por 30,5cm (12") de altura, de acuerdo con las recomendaciones y requisitos de las especificaciones ASTM, C172, C192, C31 Y C39.

A excepción de la resistencia del hormigón simple en replantillo, que será de 140 kg/cm<sup>2</sup>, todos los resultados de los ensayos de compresión, a los 28 días, deberán



cumplir con la resistencia requerida, como se especifique en planos. No más del 10 % de los resultados de los ensayos ( a los 7 días y a los 28 días) deberán tener valores inferiores.

La cantidad de ensayos a realizar será de por lo menos uno (4 cilindros por ensayo, uno roto a los 7 días y los tres a los 28 días), para cada estructura individual que se elabore.

Los ensayos que permitan ejercer el control de calidad de las mezclas de concreto, deberán ser efectuados por el fiscalizador, inmediatamente después de la descarga de las mezcladoras. El envío de los 4 cilindros para cada ensayo se hará en caja de madera y con las protecciones necesarias para evitar cualquier actividad que pueda alterar su resistencia.

Si el transporte del hormigón desde las hormigoneras hasta el sitio de vaciado fuera demasiado largo y sujeto a evaporación apreciable, se tomarán las muestras para las pruebas de consistencia y resistencia junto al sitio de la fundición.

Su consistencia será definida por el fiscalizador y será controlada en el campo, ya sea por el método del factor de compactación del ACI, o por los ensayos de asentamiento, según ASTM - C143. En todo caso la consistencia del hormigón será tal que no se produzca la disgregación de sus elementos cuando se coloque en obra.

Siempre que las inspecciones y las pruebas indiquen que se ha producido la segregación de una amplitud que vaya en detrimento de la calidad y resistencia del hormigón, se revisará el diseño, disminuyendo la dosificación de agua o incrementando la dosis de cemento, o ambos. Dependiendo de esto, el asentamiento variará de 7 – 10 cm .

El fiscalizador podrá rechazar un hormigón, si a su juicio, no cumple con la resistencia especificada, y será quien ordene la demolición de tal o cual elemento.

### **Curado del Hormigón.**

El constructor deberá contar con los medios necesarios para efectuar el control de la humedad, temperatura y curado del hormigón, especialmente durante los primeros días después de vaciado, a fin de garantizar un normal desarrollo del proceso de hidratación del cemento y de la resistencia del hormigón llegue a ser la esperada a los 28 días.

De manera general, se podrá utilizar los siguientes métodos: esparcir agua sobre la superficie del hormigón ya suficientemente endurecida; utilizar mantas impermeables de papel, o plásticos, compuestos químicos líquidos que formen una membrana sobre la superficie del hormigón y que satisfaga las especificaciones ASTM - C309, también podrá utilizarse arena o aserrín en capas y con la suficiente humedad.

El curado con agua deberá realizarse durante un tiempo mínimo de 14 días.

El curado comenzará tan pronto como el hormigón haya endurecido.

Además de los métodos antes descritos, podrá curarse al hormigón con cualquier material saturado de agua, o por un sistema de tubos perforados, rociadores mecánicos, mangueras porosas o cualquier otro método que mantenga las superficies continuamente húmedas. Los encofrados que estuvieren en contacto con el hormigón fresco también se los deberá mantener húmedos, a fin de que la superficie del hormigón fresco, permanezca tan fría como sea posible.

El agua que se utilice en el curado, deberá satisfacer los requerimientos de las especificaciones para el agua utilizada en las mezclas de hormigón.

El curado de membrana, podrá ser realizado mediante la aplicación de algún dispositivo o compuesto sellante que forme una membrana impermeable que retenga el agua en la superficie del hormigón. El compuesto sellante será pigmentado en blanco y cumplirá los requisitos de la especificación ASTM C309, su consistencia y calidad serán uniformes para todo el volumen a utilizar.

El constructor, presentará los certificados de calidad del compuesto propuesto y no podrá utilizarlo si los resultados de los ensayos de laboratorio no son los deseados es decir que no cumplen con las especificaciones requeridas.

## **ROTULOS Y SEÑALES**

### **Definición.-**

Es indispensable que cuando se inicie la obra el contratista, suministre e instale un letrero con el texto que le será entregado por el Municipio al cual pertenece la comunidad.

## **ESPECIFICACIONES**

El letrero será de 2.00 m por 1.00 m, de tol recubierto con pintura anticorrosiva y esmalte de colores, asegurado a un marco metálico; será construido en un taller y se sujetará a las especificaciones de trabajos en metal y pintura existentes para el efecto, y a entera satisfacción del fiscalizador.

Deberá ser colocado en un lugar visible y que no interfiera al tránsito vehicular ni peatonal.

## **FORMA DE PAGO**

El suministro e instalación del rotulo con características del proyecto se medirá en metros cuadrados con aproximación de un decimal.

## **INSTALACION DE TUBERIA PVC DE ALCANTARILLADO**

### **Definición**

Comprende el suministro, instalación y prueba de la tubería plástica para alcantarillado, la cual corresponde a conductos circulares provistos de un empalme adecuado, que garantice la hermeticidad de la unión, para formar en condiciones satisfactorias una tubería continua que no vaya a tener fugas

### **ESPECIFICACIONES**

La tubería plástica a colocarse deberá cumplir con las siguientes normas:

- INEN 2059 segunda revisión "tubos de PVC rígido de pared estructurada e interior lisa y accesorios para alcantarillado"

Requisitos. El oferente presentará su propuesta para la tubería plástica, siempre sujetándose a la NORMA INEN 2059 SEGUNDA REVISIÓN, tubería de pared estructurada, en función de cada serie y diámetro, a fin de facilitar la construcción de las redes y permitir optimizar el mantenimiento del sistema de alcantarillado.

La superficie interior de la tubería debe ser lisa. En el precio de la tubería a ofertar se deberán incluir las uniones correspondientes es decir los accesorios que se utilizaran.

## **INSTALACIÓN Y PRUEBA DE LA TUBERÍA PLÁSTICA.**

Corresponde a todas las operaciones que debe realizar el constructor, para instalar la tubería y luego probarla, a satisfacción de la fiscalización.

Entiéndase por tubería de plástico todas aquellas tuberías fabricadas con un material que contiene como ingrediente principal una sustancia orgánica de gran peso molecular.

Dada la poca resistencia relativa de la tubería plástica contra impactos, esfuerzos internos y aplastamientos, es necesario tomar ciertas precauciones durante el transporte y almacenamiento.

Las pilas de tubería plástica deberán colocarse sobre una base horizontal durante su almacenamiento, y se las hará de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. La altura de las pilas y en general la forma de almacenamiento será la que recomiende el fabricante.

Debe almacenarse la tubería de plástico en los sitios que autorice el ingeniero fiscalizador de la obra, de preferencia bajo cubierta, o protegida de la acción directa del sol o recalentamiento.

No se deberá colocar ningún objeto pesado sobre la pila de tubos de plástico almacenados.

Dado el poco peso y gran manejabilidad de las tuberías plásticas, su instalación es un proceso rápido, además que no se necesitan de personal capacitado o expertos. A fin de lograr el acoplamiento correcto de los tubos para los diferentes tipos de uniones, se tomará en cuenta lo siguiente:

**Uniones soldadas con solventes:**

Las tuberías de plástico de espiga y campana se unirán por medio de la aplicación de una capa delgada del pegante suministrado por el fabricante.

Para la colocación del pegamento se limpian primero las superficies de contacto con un trapo impregnado con solvente y se las lija, luego se aplica una capa delgada de pegante, mediante una brocha o espátula. Dicho pegante deberá ser uniformemente distribuido eliminando todo exceso, si es necesario se aplicarán dos o tres capas. A fin de evitar que el borde liso del tubo remueva el pegante en el interior de la campana formada, es conveniente preparar el extremo liso con un ligero bisel. Se enchufa luego el extremo liso en la campana dándole una media vuelta aproximadamente, para distribuir mejor el pegante. Esta unión no deberá ponerse en uso antes de las 24 horas de haber sido confeccionada.

**Uniones de sello elastomérico:**

Consisten en un acoplamiento de un manguito de plástico con ranuras internas para acomodar los anillos de caucho correspondientes. La tubería termina en extremos lisos provistos de una marca que indica la posición correcta del acople.

Se coloca primero el anillo de caucho dentro del manguito de plástico en su posición correcta, previa limpieza de las superficies de contacto. Se limpia luego la superficie externa del extremo del tubo, aplicando luego el lubricante de pasta de jabón o similar.

Se enchufa la tubería en el acople hasta más allá de la marca. Después se retira lentamente las tuberías hasta que la marca coincide con el extremo del acople.

**Uniones con adhesivos especiales:**

Deben ser los recomendados por el fabricante y garantizarán la durabilidad y buen comportamiento de la unión.

La instalación de la tubería de plástico, dado su poco peso y fácil manejabilidad, es un proceso relativamente sencillo y más económico.

**Procedimiento de instalación:**

Las tuberías serán instaladas de acuerdo a las alineaciones y pendientes indicadas en los planos. Cualquier cambio deberá ser aprobado por el ingeniero fiscalizador.

La pendiente se dejará marcada en estacas laterales 1,00m fuera de la zanja, o con el sistema de dos estacas, una a cada lado de la zanja, unidas por una pieza de madera rígida y clavada horizontalmente de estaca a estaca y perpendicular al eje de la zanja.

La instalación de la tubería se hará de tal manera que en ningún caso se tenga una desviación mayor a 5,0 milímetros, de la alineación o nivel del proyecto. Cada pieza deberá tener un apoyo seguro y firme en toda su longitud, de modo que se colocará de tal forma que descansa en toda su superficie el fondo de la zanja, que se lo prepara previamente utilizando una cama de material granular fino, preferentemente arena. No se permitirá colocar los tubos sobre piedras, calzas de madera o soportes de cualquier otra característica.

La instalación de la tubería se comenzará por la parte inferior de los tramos y se trabajará hacia arriba, de tal manera que la campana quede situada hacia la parte más alta del tubo.

Los tubos serán cuidadosamente revisados antes de colocarlos en la zanja, rechazándose los deteriorados o rotos por cualquier causa.

Entre dos bocas de visita consecutivas la tubería deberá quedar en alineamiento recto, a menos que el tubo sea visitable por dentro o que vaya superficialmente, como sucede a veces en los colectores marginales.

No se permitirá la presencia de agua en la zanja durante la colocación de la tubería para evitar que flote o se deteriore el material pegante:

**Adecuación del fondo de la zanja.**

A costo del contratista, el fondo de la zanja en una altura no menor a 10cm en todo su ancho, debe adecuarse utilizando material granular fino, por ejemplo arena.

**Juntas.**

Las juntas de las tuberías de plástico serán las que se indica en la NORMA INEN 2059.- SEGUNDA REVISIÓN. El oferente deberá incluir en el costo de la tubería el costo de la junta que utilice para unir la tubería.

El interior de la tubería deberá quedar completamente liso y libre de suciedad y materias extrañas. Las superficies de los tubos en contacto deberán quedar rasantes en sus uniones. Cuando por cualquier motivo sea necesaria una suspensión de trabajos, deberá corcharse la tubería con tapones adecuados.

Una vez terminadas las juntas con pegamento, éstas deberán mantenerse libres de la acción perjudicial del agua de la zanja hasta que haya secado el material pegante; así mismo se las protegerá del sol.

A medida que los tubos plásticos sean colocados, será puesto a mano suficiente relleno de material fino compactado a cada lado de los tubos para mantenerlos en el sitio y luego se realizará el relleno total de las zanjas según las especificaciones respectivas y con la debida compactación .



Cuando por circunstancias especiales, en el lugar donde se construya un tramo de alcantarillado esté la tubería a un nivel inferior del nivel freático, se tomarán cuidados especiales en la impermeabilidad de las juntas, para evitar la infiltración y la exfiltración que se pueda dar.

La impermeabilidad de los tubos plásticos y sus juntas, serán puestos a prueba por el constructor en presencia del ingeniero fiscalizador y según lo determine este último, en una de las siguientes formas:

Las juntas en general, cualquiera que sea la forma de empate, deberán llenar los siguientes requisitos:

- Impermeabilidad o alta resistencia a la filtración para lo cual se harán pruebas cada tramo de tubería entre pozo y pozo de visita, cuando más.
- Resistencia a la penetración, especialmente de las raíces.
- Resistencia a roturas.
- Posibilidad de poner en uso los tubos, una vez terminada la junta.
- Resistencia a la corrosión especialmente por el sulfuro de hidrógeno y por los ácidos.
- No deben ser absorbentes.
- Economía de costos de mantenimiento.

### **PRUEBA HIDROSTÁTICA ACCIDENTAL**

Esta prueba consistirá en dar a la parte más baja de la tubería, una carga de agua que no excederá de una columna de agua de 2 m. Se hará anclando con relleno de material producto de la excavación, la parte central de los tubos y dejando completamente libre las juntas de los mismos. Si las juntas están defectuosas y

acusaran fugas, el constructor procederá a descargar las tuberías y rehacer las juntas defectuosas. Se repetirán estas pruebas hasta que no existan fugas en las juntas y el ingeniero de su visto bueno. Esta prueba hidrostática accidental se hará solamente en los casos siguientes:

- Cuando el ingeniero fiscalizador tenga sospechas fundadas de que las juntas están defectuosas.
- Cuando el ingeniero fiscalizador, reciba provisionalmente, por cualquier circunstancia un tramo existente entre pozo y pozo de visita.
- Cuando las condiciones del trabajo requieran que el constructor rellene zanjas en las que, por cualquier circunstancia, se puedan ocasionar movimientos en las juntas; en este último caso el relleno de las zanjas servirá de anclaje de la tubería.

### **PRUEBA HIDROSTÁTICA SISTEMÁTICA**

Esta prueba se hará en todos los casos en que no se haga la prueba accidental. Consiste en vaciar, en el pozo de visita aguas arriba del tramo por probar, el contenido de 5 m<sup>3</sup> de agua, que descargue al mencionado pozo de visita con una manguera de 15cm (6") de diámetro, dejando correr el agua libremente a través del tramo a verificar. En el pozo de visita aguas abajo, el contratista colocará una bomba para evitar que se forme un tirante de agua. Esta prueba tiene por objeto comprobar que las juntas estén bien realizadas, de lo contrario se presentarían fugas en estos sitios. Esta prueba debe hacerse antes de rellenar las zanjas. Si se encuentran fallas o fugas en las juntas al efectuar la prueba, el constructor procederá a reparar las juntas

defectuosas, y se repetirán las pruebas hasta que no se presenten fallas y el ingeniero fiscalizador lo apruebe.

El ingeniero fiscalizador solamente recibirá del constructor tramos de tubería totalmente terminados entre pozo y pozo de visita o entre dos estructuras sucesivas que formen parte del alcantarillado; habiéndose verificado previamente la prueba de permeabilidad y comprobado que la tubería se encuentra limpia, libre de escombros u obstrucciones en toda su longitud y además hermética.

### **FORMA DE PAGO**

El suministro, instalación y prueba de las tuberías de plástico se medirá en metros lineales, con dos decimales de aproximación. Su pago se realizará de acuerdo a los precios estipulados en el contrato.

Se tomará en cuenta solamente la tubería que haya sido aprobada por la fiscalización.

Las muestras para ensayo que utilice la fiscalización y el costo del laboratorio, son de cuenta del contratista.

El pago de este rubro cubre los costos de mano de obra, utilización de maquinaria y equipos, dirección técnica, administración y cualquier otro gasto que tenga que realizar el constructor para la total, eficaz y buena realización del rubro.

### **INSTALACIÓN DE ACCESORIOS PVC EN TUBERIA DE ALCANTARILLADO**

#### **Definición.-**

Se refiere a la instalación de los accesorios de PVC para tuberías de alcantarillado, los mismos que se denominan sillas, silletas, monturas o galápagos. Las silletas son aquellos accesorios que sirven para realizar la conexión de la tubería domiciliaria con la tubería matriz.

### **ESPECIFICACIONES.**

Las sillas a utilizar deberán cumplir con las siguientes normas:

- INEN 2059 SEGUNDA REVISIÓN "Tubos de PVC rígido de pared estructurada e interior lisa y accesorios para Alcantarillado"

La curvatura de la silleta dependerá del diámetro y posición de la tubería domiciliaria y de la matriz colectora de recepción. El pegado entre las dos superficies se efectuará con cemento solvente, y de ser el caso, se empleará adhesivo plástico. La conexión entre la tubería principal de la calle y el ramal domiciliar se ejecutará por medio de los acoples, de acuerdo con las recomendaciones constructivas que consten en el plano de detalles.

La inclinación de los accesorios entre 45 y 90° dependerá de la profundidad a la que esté instalada la tubería.

### **FORMA DE PAGO.**

Se medirá por unidad instalada, incluyendo el suministro. Las cantidades determinadas serán pagadas a los precios contractuales para el rubro que conste en el contrato.

El pago de este rubro cubre los costos de mano de obra, utilización de maquinaria y equipos, dirección técnica, administración y cualquier otro gasto que tenga que realizar el constructor para la total, eficaz y buena realización del elemento.

## **CONSTRUCCIÓN DE POZOS DE REVISIÓN.**

### **Definiciones.-**

Se entenderán por pozos de revisión, las estructuras diseñadas y destinadas para permitir el acceso al interior de las tuberías o colectores de alcantarillado, especialmente para limpieza.

### **ESPECIFICACIONES.**

Los pozos de revisión serán contruidos en donde señalen los planos y/o el ingeniero fiscalizador durante el transcurso de la instalación de tuberías o construcción de colectores.

Los pozos de revisión se construirán de acuerdo a los planos del proyecto, tanto los de diseño común como los de diseño especial que incluyen a aquellos que van sobre los colectores.

La construcción de la cimentación de los pozos de revisión deberá hacerse previamente a la colocación de la tubería o colector, para evitar que se tenga que excavar bajo los extremos.

Todos los pozos de revisión deberán ser contruidos en una fundación adecuada, de acuerdo a la carga que estos producen y de acuerdo a la calidad del terreno soportante y además a las aguas que van a estar expuestos.

Se usarán para la construcción los planos de detalle existentes. Cuando la subrasante está formada por material poco resistente, será necesario renovarla y reemplazarla por material granular, o con hormigón de espesor suficiente para construir una fundación adecuada en cada pozo.

Los pozos de revisión serán contruidos de hormigón simple  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y de acuerdo a los diseños del proyecto. En la planta de los pozos de revisión se realizarán los canales de media caña correspondientes, debiendo pulirse y acabarse perfectamente de acuerdo con los planos. Los canales se realizarán con uno de los procedimientos siguientes:

- Al hacerse el fundido del hormigón de la base se formarán directamente las "medias cañas", mediante el empleo de cerchas.
- Se colocarán tuberías cortadas a "media caña" al fundir el hormigón, para lo cual se continuarán dentro del pozo los conductos de alcantarillado, colocando después del hormigón de la base, hasta la mitad de los conductos del alcantarillado, cortándose la mitad superior de los tubos después de que se endurezca suficientemente el hormigón.

Para la construcción de estos, los diferentes materiales se sujetarán a lo especificado en los numerales correspondientes de estas especificaciones y deberá incluir en el costo de este rubro los siguientes materiales: hierro, cemento, agregados, agua, encofrado del pozo, cerco y tapa de hierro fundido y aditivos si se los usa.

Se deberá dar un acabado liso a la pared interior del pozo, en especial al área inferior ubicada hasta un metro del fondo.

Para el acceso por el pozo se dispondrá de estribos o peldaños formados con varillas de hierro de 16mm de diámetro, con recorte de aleta en las extremidades para empotrarse, en una longitud de 20cm y colocados a 40cm de espaciamiento; los peldaños irán debidamente empotrados y asegurados formando un saliente de 15cm por 30cm de ancho, deberán ser pintados con dos manos de pintura anticorrosiva y deben colocarse en forma alternada para facilitar el ingreso.

La construcción de los pozos de revisión incluye la instalación del cerco y la tapa.

Los cercos y tapas de hierro fundido cumplirán con la Norma ASTM-C48 tipo C.

La armadura de las tapas de hormigón armado estará de acuerdo a los respectivos planos de detalle y el hormigón será de  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ .

### **FORMA DE PAGO.**

La construcción de los pozos de revisión se medirá en unidades, dependiendo de los diversos tipos y profundidades, determinándose en obra el número construido de acuerdo al proyecto y órdenes del ingeniero fiscalizador.

La construcción del pozo incluye: losa de fondo, paredes, estribos, cerco y tapa de hierro fundido.

La altura que se indica en estas especificaciones corresponde a la altura libre del pozo.

El pago se hará con los precios unitarios estipulados en el contrato. El pago de este rubro cubre los costos de mano de obra, utilización de maquinaria y equipos,

dirección técnica, administración y cualquier otro gasto que tenga que realizar el constructor para la total, eficaz y buena realización del rubro.

## **CONSTRUCCIÓN DE CONEXIONES DOMICILIARIAS.**

### **Definición.**

Entendemos por construcción de cajas domiciliarias de hormigón simple, al conjunto de acciones que debe ejecutar el constructor para poner en obra la caja de revisión que se unirá con una tubería a la red de alcantarillado sanitario y al conjunto de acciones que debe ejecutar el constructor para poner en obra la caja de revisión que se unirá con una tubería a la red de alcantarillado pluvial.

### **ESPECIFICACIONES.**

Las cajas domiciliarias sanitarias deberán ser independientes de las cajas domiciliarias pluviales

Las cajas domiciliarias serán de hormigón simple de 180 kg/cm<sup>2</sup> y de profundidad variable de 0,60 m a 1,50 m se colocarán dentro de cada lote, a un costado de la parte frontal del lote.

La posición de las cajas domiciliarias en casos especiales puede ser definida o variada con el criterio técnico del ingeniero fiscalizador. Las cajas domiciliarias frente a los predios sin edificar se dejarán igualmente a la profundidad adecuada, y la guía que sale de la caja de revisión se taponará con bloque o ladrillo y un mortero pobre de cemento Pórtland.

Cada propiedad deberá tener una acometida propia al alcantarillado, con caja de revisión y tubería con un diámetro mínimo del ramal de 110mm al ser caja domiciliaria sanitaria y de 160mm al tratarse de caja domiciliaria pluvial. Cuando por



razones topográficas sea imposible garantizar una salida independiente al alcantarillado, se permitirá para uno o varios lotes que por un mismo ramal auxiliar, éstos se conecten a la red.

Los tubos de conexión deben ser enchufados a las cajas domiciliarias de hormigón simple, en ningún punto el tubo de conexión sobrepasará las paredes interiores, para permitir el libre curso del agua.

Una vez que se hayan terminado de instalar las tuberías y accesorios de las conexiones domiciliarias, con la presencia del fiscalizador, se harán las pruebas correspondientes de funcionamiento y la verificación de que no existan fugas.

#### **FORMA DE PAGO.**

Las cantidades a cancelar por las cajas domiciliarias de hormigón simple de las conexiones domiciliarias serán las unidades efectivamente realizadas.

El pago se hará con los precios unitarios estipulados en el contrato. El pago de este rubro cubre los costos de mano de obra, utilización de maquinaria y equipos, dirección técnica, administración y cualquier otro gasto que tenga que realizar el constructor para la total, eficaz y buena realización del rubro.

#### **CONSTRUCCIÓN SUMIDROS DE CALZADA**

##### **Definición.-**

Se entiende por sumideros de calzada o de acera, la estructura que permite la concentración y descarga del agua lluvia a la red de alcantarillado. El constructor deberá realizar todas las actividades para construir dichas estructuras, de acuerdo con los planos de detalle y en los sitios que indique el

proyecto u ordene el ingeniero fiscalizador, incluye suministro, transporte e instalación.

## **ESPECIFICACIONES**

Los sumideros de calzada para aguas lluvias serán construidos en los lugares señalados en los planos y de acuerdo a los perfiles longitudinales transversales y planos de detalles; estarán localizados en la parte más baja de la calzada favoreciendo la recolección de aguas lluvias en forma rápida e inmediata.

Los sumideros de calzada irán localizados en la calzada propiamente dicha, junto al bordillo o cinta gotera y generalmente al iniciarse las curvas en las esquinas.

Los sumideros se conectarán directamente a los pozos de revisión y únicamente en caso especial o detallado en los planos a la tubería. El tubo de conexión deberá quedar perfectamente recortado en la pared interior del pozo formando con este una superficie lisa.

Para la unión en el pozo no se utilizarán piezas especiales y únicamente se realizará el orificio en el mismo, a fin de obtener la unión necesaria.

La conexión del sumidero al pozo será mediante tubería de 160mm de diámetro. En la instalación de la tubería se deberá cuidar que la pendiente no sea menor del 2% ni mayor del 20%.

El cerco y rejilla se asentarán en los bordes del sumidero utilizando mortero cemento arena con relación 1:3 Se deberá tener mucho cuidado en los niveles de tal manera de obtener superficies lisas y uniformes en la calzada.

### **Rejilla**

De acuerdo con los planos de detalle, las rejillas deben tener una sección de 0,30m x 0,50m, las rejillas se colocarán sujetas al cerco mediante goznes de seguridad con pasadores de  $d = 1,60\text{cm}$  puestos a presión a través de los orificios dejados en el cerco.

La fundición de los cercos y rejillas de hierro fundido para alcantarillado debe cumplir con la Norma ASTM A 48.

### **FORMA DE PAGO**

La construcción de sumideros de calzada o acera, en sistemas de alcantarillado, se medirá en unidades. Al efecto se determinará en obra el número de sumideros construidos de acuerdo a los planos u órdenes del ingeniero fiscalizador.

En el precio unitario se deberá incluir materiales como cemento, agregados, encofrado, el cerco y la rejilla (en el caso de que el rubro considere la provisión del cerco y la rejilla). Se deberá dar un acabado liso a las paredes interiores del sumidero.

El pago de este rubro cubre los costos de mano de obra, utilización de maquinaria y equipos, dirección técnica, administración y cualquier otro gasto que tenga que realizar el constructor para la total, eficaz y buena realización del rubro.

## **TAPAS Y CERCOS.**

### **Definición.-**

Se entiende por colocación de cercos y tapas, al conjunto de operaciones necesarias para poner en obra, las piezas especiales que se colocan como remate de los pozos de revisión, a nivel de la calzada.

### **ESPECIFICACIONES.**

Los cercos y tapas para los pozos de revisión pueden ser de hierro fundido y de hormigón armado; su localización y tipo a emplear se indican en los planos respectivos.

Los cercos y tapas de hierro fundido para pozos de revisión deberán cumplir con la Norma ASTM-A48. La fundición de hierro gris será de buena calidad, de grano uniforme, sin protuberancias, cavidades, ni otros defectos que interfieran con su uso normal. Todas las piezas deberán estar limpias antes de su inspección y luego cubiertas por una capa gruesa de pintura bituminosa uniforme, que dé en frío una consistencia tenaz y elástica (no vidriosa); llevarán las marcas ordenadas para cada caso.

Las tapas de hormigón armado deben ser diseñadas y construidas para el trabajo al que van a ser sometidas, el acero de refuerzo será de resistencia  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$  y el hormigón mínimo de  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

Los cercos y tapas deben colocarse perfectamente nivelados con respecto a pavimentos y aceras; serán asentados con mortero de cemento-arena de proporción 1:3.

## **FORMA DE PAGO**

Los cercos y tapas de pozos de revisión serán medidos en unidades, determinándose su número en obra y de acuerdo con el proyecto y/o las órdenes del ingeniero fiscalizador.

El pago de este rubro cubre los costos de mano de obra, utilización de maquinaria y equipos, dirección técnica, administración y cualquier otro gasto que tenga que realizar el constructor para la total, eficaz y buena realización del rubro.

## **EMPATES.**

### **Definición.-**

Se entiende por construcción de empate a colector, al conjunto de acciones que debe ejecutar el constructor, para hacer la perforación en el colector a fin de acoplar la tubería de los servicios domiciliarios y de los sumideros

Se entiende por construcción de empate a tubería, al conjunto de acciones que debe ejecutar el constructor, para hacer la perforación en la tubería a fin de conectar la tubería de los servicios domiciliarios y de los sumideros.

Se entiende por construcción de empate a pozo, al conjunto de acciones que debe ejecutar el constructor, para hacer la perforación en pozos a fin de conectar la tubería de los servicios domiciliarios y de los sumideros.

## **ESPECIFICACIONES.**

Los tubos de conexión deben ser acoplados al colector o tubería, de manera que la corona del tubo de conexión quede por encima del nivel máximo de las aguas que

circulan por el canal central. En ningún punto el tubo de conexión sobrepasará las paredes del colector al que es conectado, para permitir el libre curso del agua. Se emplearán las piezas especiales que se necesiten para realizar el empate.

### **FORMA DE PAGO.**

La construcción de empate a colectores, tuberías, pozos, se medirá en unidades. Al efecto se determinará directamente en la obra el número de empates hechos por el constructor.

El pago de este rubro cubre los costos de mano de obra, utilización de maquinaria y equipos, dirección técnica, administración y cualquier otro gasto que tenga que realizar el constructor para la total, eficaz y buena realización del rubro.

### **TRABAJOS FINALES**

#### **Definición.-**

El trabajo de limpieza final de obra consiste en la eliminación de basura, escombros y materiales sobrantes de la construcción en toda el área, dentro de los límites de la obra.

### **ESPECIFICACIONES**

La limpieza final de la obra se llevará a cabo con el equipo adecuado a las condiciones particulares del terreno, lo cual deberá decidirse de común acuerdo con el fiscalizador.

No se permitirá la quema de la basura, los restos de materiales y residuos producto de las obras deberán ser dispuestos en sitios aprobados por el municipio o sino algún lugar dispuesto por la comunidad donde no vaya a causar molestias a los habitantes y aprobadas por fiscalización.

### **FORMA DE PAGO**

La medida será el número de metros cuadrados de limpieza con aproximación de dos decimales. El pago será por la cantidad de metros cuadrados de limpieza ejecutados y solo del área en que se realizó el proyecto, al precio establecido en el contrato.

### **MANTENIMIENTO.**

#### **Definición.-**

Se entiende por mantenimiento al conjunto de acciones que deberá realizar el Gobierno Municipal de Latacunga o la entidad encargada de dicha actividad para conservar en buenas condiciones el sistema de alcantarillado diseñado.

### **ESPECIFICACIONES.**

La entidad encargada de mantener la red deberá, tras la verificación de velocidades existentes en planos, determinar los tramos de tubería que requieren de aumentos de caudales periódicos que aseguren la limpieza y buen funcionamiento de las tuberías mediante el método que la mencionada empresa estime conveniente.

Los períodos de tiempo que deben transcurrir entre mantenimiento y mantenimiento estarán relacionados al sistema que la empresa elija para cumplir el propósito mencionado anteriormente.

## **FORMA DE PAGO.**

La medición del trabajo de mantenimiento estará en relación directa al sistema elegido por la entidad ejecutora de dicha acción para cumplir el mencionado propósito.

El pago de este rubro cubre los costos de mano de obra, utilización de maquinaria y equipos, dirección técnica, administración y cualquier otro gasto que tenga que realizar el constructor para la total, eficaz y buena realización del rubro.

## **5.2 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MATERIALES**

### **ACERO DE REFUERZO**

#### **Acero en Barras**

##### **Definición.-**

Es el elemento esencial para la producción del acero, el cual está compuesto en un 78% como mínimo de Hierro, este posee una gran cantidad de propiedades favorables para la construcción, y por ello después del concreto, es llamado como el esqueleto de las estructuras.

El trabajo consiste en el suministro, transporte, corte, figurado y colocación de barras de acero, para el refuerzo de estructuras, pozos, tanques, disipadores de energía, alcantarillas, descargas, cajas de revisión, etc., de conformidad con los diseños y detalles mostrados en los planos en cada caso y/o las órdenes del ingeniero fiscalizador.



## **ESPECIFICACIONES**

El constructor suministrará, dentro de los precios unitarios consignados en su propuesta, todo el acero en varillas necesario; estos materiales deberán ser nuevos y aprobados por el ingeniero fiscalizador de la obra. Se usarán barras redondas corrugadas con esfuerzo de fluencia de 4200 kg/cm<sup>2</sup>, grado 60, de acuerdo con los planos y cumplirán las normas ASTM-A 615 o ASTM- A 617. El acero usado o instalado por el constructor sin la respectiva aprobación del fiscalizador será rechazado.

Las distancias a que deben colocarse las varillas de acero que se indique en los planos serán consideradas de centro a centro, salvo que específicamente se indique otra cosa; la posición exacta, el traslape, el tamaño y la forma de las varillas deberán ser las que se indican en los planos estructurales.

Antes de precederse a su colocación, las varillas de acero deberán limpiarse del óxido, polvo grasa u otras sustancias y deberán mantenerse en estas condiciones hasta que queden sumergidas en el hormigón.

Las varillas deberán ser colocadas y mantenidas exactamente en su lugar, por medio de soportes, separadores, etc., preferiblemente metálicos, o moldes de hormigón simple, que no sufran movimientos durante el vaciado del hormigón hasta el vaciado inicial de éste. Se deberá tener el cuidado necesario para utilizar de la mejor forma la longitud total de la varilla de acero de refuerzo.

A pedido del ingeniero fiscalizador, el constructor está en la obligación de suministrar los certificados de calidad del acero de refuerzo que utilizará en el proyecto, o realizará ensayos mecánicos que garanticen su buena calidad.

La medición del suministro y colocación de acero de refuerzo se medirá en kilogramos (Kg.) con aproximación a la décima, para determinar el número de kilogramos de acero de refuerzo colocados por el constructor, se verificará el acero colocado en la obra, con la respectiva planilla de aceros del plano estructural.

El pago de este rubro cubre los costos de mano de obra, utilización de maquinaria y equipos, dirección técnica, administración y cualquier otro gasto que tenga que realizar el constructor para la total, eficaz y buena realización del rubro.

## **HORMIGONES**

### **Definición.-**

Se entiende por hormigón al producto endurecido resultante, de la mezcla de cemento Pórtland, agua y agregados pétreos (áridos) en proporciones adecuadas; puede tener aditivos con el fin de obtener cualidades especiales.

### **ESPECIFICACIONES**

Estas especificaciones técnicas incluyen todas las características que deberán cumplir los materiales que formarán parte del hormigón a ser fabricado, así como los procesos que se tendrán que seguir para obtener un hormigón correctamente dosificado, transportado, manipulado y vertido. De esta manera se obtendrán los acabados de acuerdo a los diseños requeridos.

### **TIPOS DE HORMIGÓN**

Los tipos de hormigón a utilizar en la obra serán aquellas señaladas en los planos.

La clase de hormigón está relacionada con la resistencia requerida, el contenido de cemento, el tamaño máximo de agregados gruesos, contenido de aire y las exigencias de la obra para el uso del hormigón.

Se reconocen 3 clases de hormigón, conforme se indica a continuación:

### **Tipos de hormigón**

<b>TIPO DE HORMIGON</b>	<b>f 'c (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
HS	210
HS	180
HS	140

Fuente: EMAAP-Q

El hormigón de 210 kg/cm<sup>2</sup> está destinado al uso en estructuras, pozos o tanques.

El hormigón de 180 kg/cm<sup>2</sup> está destinado al uso en cajas de revisión domiciliarias o sumideros.

El hormigón de 140 kg/cm<sup>2</sup> está destinado al uso en replantillos.

Todos los hormigones a ser utilizados en la obra deberán ser diseñados en un laboratorio calificado por la entidad contratante. El contratista realizará diseños de mezclas, y mezclas de prueba con los materiales a ser empleados que se acopien en la obra, y sobre esta base y de acuerdo a los requerimientos del diseño entregado por el laboratorio, dispondrá la construcción de los hormigones.

Para realizar cambios en la dosificación de cualquier tipo de hormigón se deberá aceptada por el fiscalizador de la obra.

### **NORMAS**

Forman parte de estas especificaciones todas las regulaciones establecidas en el Código Ecuatoriano de la Construcción.

## **MATERIALES**

### **Cemento**

Todo el cemento será de una calidad tal que cumpla con la norma INEN 152.

**Requisitos:** no deberán utilizarse cementos de diferentes marcas en una misma fundición. Los cementos nacionales que cumplen con estas condiciones son los cementos Portland: Rocafuerte, Chimborazo, Guapán y Selva Alegre.

A criterio del fabricante, pueden utilizarse aditivos durante el proceso de fabricación del cemento, siempre que tales materiales, en las cantidades utilizadas, hayan demostrado que cumplen con los requisitos especificados en la norma INEN 1504 y no vayan a alterar la resistencia del hormigón.

El cemento será almacenado en un lugar perfectamente seco y ventilado, bajo cubierta y sobre tarimas de madera. No es recomendable colocar más de 14 sacos uno sobre otro y tampoco deberán permanecer embodegados por largo tiempo.

El cemento Pórtland que permanezca almacenado a granel más de 6 meses o almacenado en sacos por más de 3 meses, será nuevamente muestreado y ensayado y deberá cumplir con los requisitos previstos, antes de ser usado.

La comprobación del cemento, indicado anteriormente, se referirá a:

### **Tipos de ensayo**

<b>TIPO DE ENSAYO</b>	<b>ENSAYO INEN</b>
Análisis químico	INEN 152
Finura	INEN 196, 197
Tiempo de fraguado	INEN 158, 159
Consistencia normal	INEN 157
Resistencia a la compresión	INEN 488
Resistencia a la flexión	INEN 198
Resistencia a la tracción	AASHTO T-132

Fuente: EMAAP-Q

Si los resultados de las pruebas no satisfacen los requisitos especificados, el cemento será rechazado.

Cuando se disponga de varios tipos de cemento estos deberán almacenarse por separado y se los identificará convenientemente para evitar que sean mezclados y utilizados por equivocación.

### **AGREGADO FINO**

Los agregados finos para hormigón de cemento Pórtland estarán formados por arena natural, arena de trituración (polvo de piedra) o una mezcla de ambas.

La arena deberá estar limpia, silícica (cuarzosa o granítica), de mina o de otro material inerte con características similares. Deberá estar constituida por granos duros, angulosos, ásperos al tacto, fuertes y libres de partículas blandas (polvo), materias orgánicas, esquistos o pizarras. Se prohíbe el empleo de arenas arcillosas, suaves o disgregables. Igualmente no se permitirá el uso del agregado fino si este tiene un contenido de humedad superior al 8 %.

### **Ensayos y tolerancias**

Las exigencias de granulometría serán comprobadas por el ensayo granulométrico especificado en la norma INEN 697.

El peso específico de los agregados se determinará de acuerdo al método de ensayo estipulado en la norma IN EN 856.

El peso unitario del agregado se determinará de acuerdo al método de ensayo estipulado en la norma INEN 858.

El árido fino debe estar libre de impurezas orgánicas o polvo, para lo cual se empleará el método de ensayo INEN 855. Se rechazará todo material que produzca un color más oscuro que el patrón.

También puede ser aceptado si, al ensayarse para determinar el efecto de las impurezas orgánicas en la resistencia de morteros, la resistencia relativa calculada a los 7 días, de acuerdo con la norma INEN 866, no sea menor al 95%.

El árido fino sometido a 5 ciclos de inmersión y secado para el ensayo de resistencia a la disgregación (norma INEN 863) debe presentar una pérdida de masa no mayor del 10 %, si se utiliza sulfato de sodio; o 15 %, si se utiliza sulfato de magnesio. El árido fino que no cumple con estos porcentajes puede aceptarse siempre que el hormigón de propiedades comparables, hecho de árido similar proveniente de la misma fuente, haya mostrado un servicio satisfactorio al estar expuesto a una intemperie similar a la cual va estar sometido el hormigón por elaborar con dicho árido.

Todo el árido fino que se requiera para ensayos debe cumplir los requisitos de muestreo establecidos en la norma INEN 695.

La cantidad de sustancias perjudiciales en el árido fino no debe exceder los límites que se especifican en la norma INEN 872.

Los siguientes son los porcentajes máximos permisibles (en peso de la muestra) de sustancias indeseables y condicionantes de los agregados.

### **Porcentajes permisibles sustancias indeseables**

<b>AGREGADO FINO</b>	<b>% DEL PESO</b>
Material que pasa el tamiz No. 200	3,00
Arcillas y partículas desmenuzables	0,50
Hulla y lignita	0,25
Otras sustancias dañinas	2,00
Total máximo permisible	4,00

Fuente: EMAAP-Q

### **AGREGADO GRUESO**

Los agregados gruesos para el hormigón de cemento Pórtland estarán formados por grava, roca triturada o una mezcla de éstas que cumplan con los requisitos de la norma INEN 872.

Para la elaboración del hormigón, consistirá en roca triturada mecánicamente, será de origen andesítico.

Se empleará ripio limpio de impurezas, materias orgánicas y otras sustancias perjudiciales; para este efecto se lavará perfectamente. Se recomienda no usar el ripio que tenga formas alargadas o de plaquetas.

También podrá usarse canto rodado triturado a mano o ripio proveniente de cantera natural siempre que tenga forma cúbica o piramidal, debiendo ser rechazado el ripio que contenga más del 15 % de formas planas o alargadas.

La producción y almacenamiento del ripio se efectuará dentro de tres grupos granulométricos separados, designados de acuerdo al tamaño nominal máximo del agregado y según los siguientes requisitos:

### Granulometría requerida

TAMIZ INEN	% EN MASA QUE DEBE PASAR POR LOS TAMICES		
Aberturas cuadradas	No.4 a 3/4"(19 mm)	3/4" a 1 1/2"(38mm)	1 1/2 a 2" (76mm)
3" (76 mm )			90 -100
2" (50 mm)		100	20 - 55
1 1/2" (38 mm)		90 - 100	0-10
1" (25 mm)	100	20 - 45	0-5
% (19mm)	90 -100	0-10	
3/8(10mm)	30-55	0-5	
No. 4(4.8mm)	0-5		

Fuente: EMAAP-Q

En todo caso los agregados para el hormigón de cemento Pórtland cumplirán las exigencias granulométricas que se indican en la tabla 3 de la norma INEN 872.

### Ensayos y tolerancias

Las exigencias de granulometrías serán comprobadas por el ensayo granulométrico INEN 696.

El peso específico de los agregados se determinará de acuerdo al método de ensayo INEN 857.

Porcentajes máximos de sustancias extrañas en los agregados, los siguientes son los porcentajes máximos permisibles (en peso de la muestra) de sustancias indeseables y condicionantes de los agregados.



### **Porcentajes permisibles de sustancias indeseables**

<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>% DEL PESO</b>
Solidez, sulfato de sodio, pérdidas en cinco ciclos:	12,00
Abrasión - Los Ángeles (pérdida):	35,00
Material que pasa tamiz No. 200:	0,50
Arcilla:	0,25
Hulla V lignito:	0,25
Partículas blandas o livianas:	2,00
Otros:	1,00

Fuente: EMAAP-Q

En todo caso la cantidad de sustancias perjudiciales en el árido grueso no debe exceder los límites que se estipulan en la norma INEN 872.

### **AGUA**

El agua para la fabricación del hormigón deberá ser potable, libre de materias orgánicas y aceites; tampoco deberá contener sustancias dañinas como ácidos y sales, deberá cumplir con la norma INEN 1108.

#### **Agua Potable:**

**Requisitos.** El agua que se emplee para el curado del hormigón cumplirá también los mismos requisitos que el agua de amasado, es decir ser limpia y estar libre de impurezas y aceites.

### **ADITIVOS**

Esta especificación tiene por objeto establecer los requisitos que deben cumplir los aditivos químicos que pueden agregarse al hormigón para que éste desarrolle ciertas características especiales requeridas en obra sin alterar su resistencia.

En caso de usar aditivos, estos estarán sujetos a aprobación previa de fiscalización. Se demostrará que el aditivo es capaz de mantener esencialmente la misma composición, rendimiento y características del hormigón en todos los elementos donde se emplee aditivos.

Se respetarán las proporciones y dosificaciones establecidas por la empresa fabricante.

Los aditivos que se empleen en hormigones cumplirán las siguientes normas:

- Aditivos para hormigones. Requisitos. Norma INEN PRO 1969.
- Aditivos para hormigones. Definiciones. Norma INEN PRO 1844.
- Aditivos reductores de aire. Norma INEN 191, 152.

Los aditivos pueden ser orgánicos o inorgánicos en cuanto a su composición pero su carácter químico, que difiere del mineral, es su característica esencial.

Los aditivos reductores de agua, retardadores y acelerantes deberán cumplir la "Especificación para aditivos químicos para concreto" (ASTM - C - 490) y todos los demás requisitos que ésta exige.

### **Amasado de Hormigón**

Se recomienda realizar el amasado con un elemento mecánico en lo posible para una correcta mezcla.

El hormigón se mezclará hasta conseguir una distribución uniforme de los materiales. En caso de utilizar hormigoneras no se sobrecargará su capacidad; el tiempo mínimo de mezclado será de 1,5 minutos, con una velocidad de por lo menos 14 r.p.m.

El agua será dosificada por medio de cualquier sistema de medida controlado, corrigiéndose la cantidad que se coloca en la hormigonera de acuerdo a la humedad que contengan los agregados. Pueden utilizarse las pruebas de consistencia para regular estas correcciones y además tomar en cuenta el asentamiento para que la mezcla sea la adecuada

## **CAPITULO VI**

### **Presupuestos y Programación de las Obras**

El presupuesto realizado tiene el carácter de referencial, puesto que se utilizan costos de mano de obra considerando el salario básico unificado y rendimientos de las diferentes empresas de agua potable y alcantarillado del país. De igual manera los precios de los diferentes materiales están basados en costos de mercado.

Con estos costos actualizados se realizaron los diferentes análisis de precios unitarios de cada uno de los rubros que intervienen en este sistema. Estos valores serán presentados más adelante.

Por otra parte, las cantidades de obra se obtuvieron de mediciones en planos.

#### **6.1 Componentes de Precios Unitarios**

Los precios unitarios de los rubros de construcción se obtienen en base de:

Componentes de Costos Directos

- Equipos y Herramientas
- Mano de Obra
- Materiales
- Transporte

Componentes de Costos Indirectos

- Dirección de Obra

- Administrativos
- Vehículos
- Servicios Públicos
- Garantías y Pólizas de Seguros
- Costos Financieros
- Utilidad

Para obtener el costo total de un rubro corresponde la sumatoria de los Costos

Directos más los Costos Indirectos

## **6.2 Costos básicos de los materiales y mano de obra.**

Los costos de los materiales para la construcción están dados como referencia en las Cámaras de la construcción de cada localidad. Los costos de mano de obra están determinados por los salarios que anualmente dispone el Gobierno Nacional para las diferentes ramas de los trabajadores

Costo de materiales		
Descripción	Unidad	Precio unitario
Tubo plástico alcantarillado diámetro Interior 600 mm	m	101,49
Tubo plástico alcantarillado diámetro Interior 450 mm	m	49,22
Tubo plástico alcantarillado diámetro Interior 375 mm		32,71
Tubo plástico alcantarillado diámetro Interior 300 mm	m	25,91
Tubo plástico alcantarillado diámetro Interior 250 mm	m	17,09
Tubo plástico alcantarillado diámetro Interior 200 mm	m	15,62
Cemento	Kg	6,93
tapa de hf para pozos de 1 m de diámetro	U	105
arena	m3	10,08
ripio	m3	10,11
acero de refuerzo 4200 kg/cm2	Kg	1,18
tabla de encofrado	u	1,26
pingos de eucalipto de 2,40 m	u	0,84
Estacas	u	0,20
juntas de pvc de 15 mm	m	7,35
alambre galvanizado No 18	kg	2,00
accesorios conexiones domiciliarias agua potable	u	5,00
alambre galvanizado No 12	kg	0,73
tabla de monte de 30 cm	u	1,97
clavos	kg	2,00
encofrado metálico	Hora	0,02
aceite quemado	gl	0,50
Polipega	gl	40,43
Agua	m3	1,31
<b>COSTOS DE MANO DE OBRA</b>		
Descripción	Categoría	Salario hora
Peón	categoría 1	2,13
Albañil	categoría 3	2,13
Maestro de obra	categoría 4	2,13
Ayudante de maquinaria	sin titulo	2,13

Operador retroexcavadora	oper. equipo	2,13
Topógrafo		2,13
Ayudante en general	categoría 2	2,13
Chofer licencia tipo E	licencia. E	2,63
Fierrero	categoría 3	2,13
Ayudante de fierrero	categoría 2	2,13
Carpintero	categoría 3	2,13
COSTOS DE EQUIPOS		
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Tarifa</b>
Retroexcavadora	Hora	30,0
Plancha vibro apisonadora	Hora	3,70
Equipo de topografía	Hora	3,0
Herramienta menor	Hora	0,5
Volqueta 8 m3	Hora	19,0
Motosierra	Hora	18,0
Cargadora frontal	Hora	25,0
Bomba de agua	Hora	2,0
Concretera 1 saco	Hora	4,5
Vibrador	Hora	3,0
Cortadora dobladora de hierro	Hora	1,0
Operador de cargadora	Hora	2,1

### 6.3 Análisis de Precios Unitarios

### 6.4 Presupuesto de Obra

### 6.5 Cronograma de Ejecución de educación de obra

## **CAPITULO 7.-**

### **Conclusiones y Recomendaciones**

#### **7.1. Conclusiones**

- El área de ejecución del proyecto se ubica en un sector cercano a una población rural por lo que los habitantes se verán favorecidos de forma positiva.
- Debido a todos los criterios expuestos, se concluye que es un proyecto ambiental y socialmente viable; debido a que va a permitir mejorar las condiciones de vida de los habitantes del sector.
- La construcción de un sistema de alcantarillado pluvial y sanitario trae consigo impactos ambientales que pueden ser mitigados durante el tiempo de construcción principalmente.
- La construcción de estos proyectos de infraestructura, ayudan a que exista disminución de enfermedades debido a la acumulación de aguas lluvias y servidas que no son debidamente tratadas.



- Este proyecto se lo ha realizado bajo las normas de diseño de alcantarillado sanitario y pluvial para garantizar un adecuado funcionamiento del sistema durante su vida útil.
- En este proyecto se utilizará tubería de PVC debido a la facilidad de colocación e instalación y tener mejores características técnicas hidráulicas.
- El área de aportación para el alcantarillado pluvial se tomo de 30 m a cada lado de la vía esto tomando en cuenta que el sector donde se llevara a cabo el proyecto se dedica a la agricultura.
- Para los diseños de alcantarillado sanitario y pluvial, se utilizó el programa CEWERCAD, debido a la facilidad de ejecución.

## **7.2. Recomendaciones**

- Debido a la topografía del lugar se debieron realizar dos descargas que van a ayudar al mejor tratamiento y encausamiento de las aguas lluvias y servidas del sector.
- Priorizar la seguridad y bienestar de los trabajadores quienes van a estar expuestos constantemente a los impactos negativos durante la ejecución del proyecto.

- Concientizar a todo el personal que tendrá participación en la ejecución de este proyecto, para evitar posibles accidentes y terminar dicha obra en el tiempo estipulado en el cronograma de obra.
- Cumplir con los parámetros de diseños y también con una adecuada calidad en todos los materiales que se usaran en este proyecto.
- Dar un adecuado mantenimiento del sistema para garantizar un óptimo funcionamiento y cumplir con la vida útil del mismo.

## **BIBLIOGRAFIA**

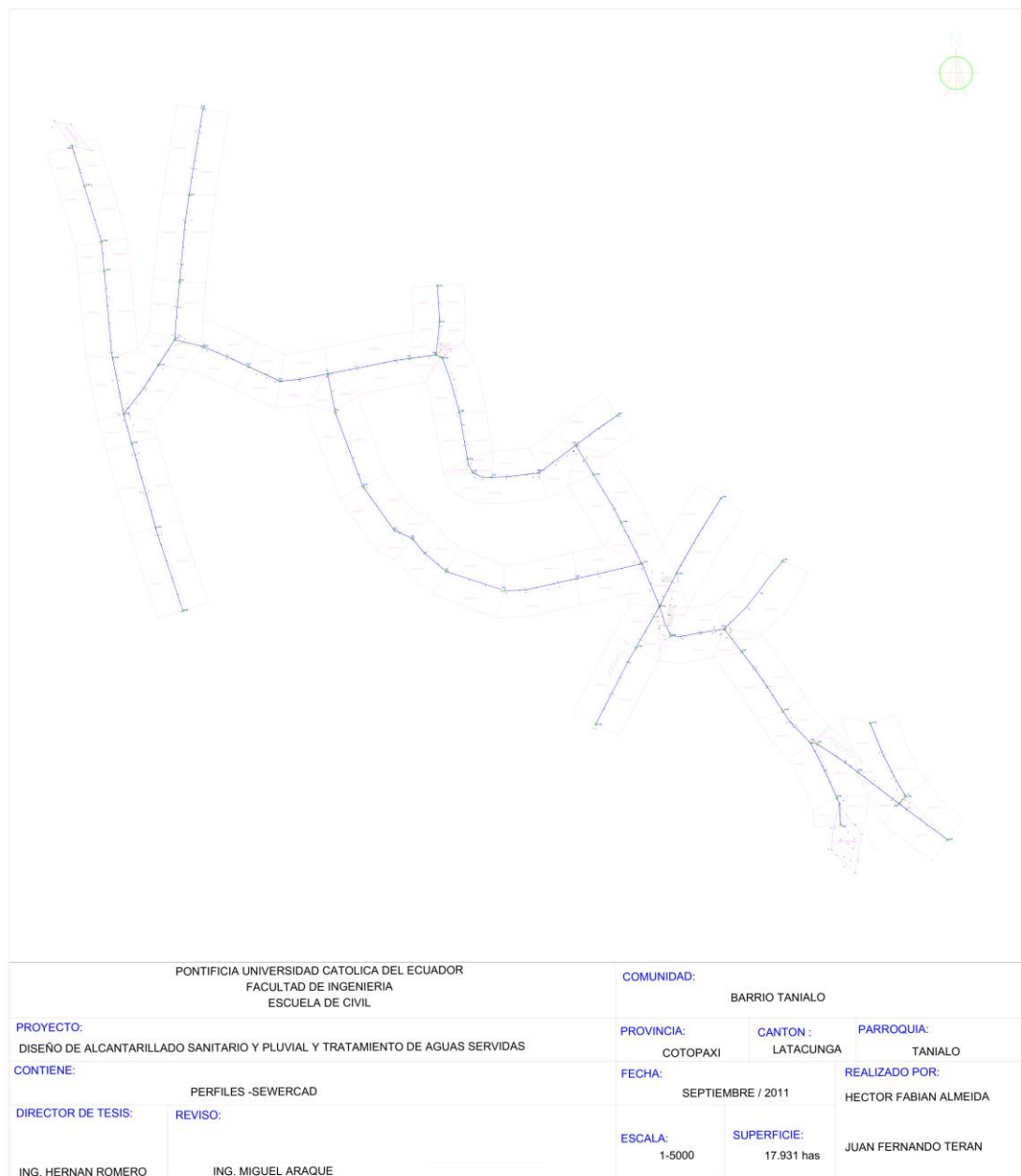
- **Ven Te Chow**, Hidráulica de Canales abiertos, 1 Ed. Mexico Editorial Diana 1983.
- **Mc Ghee, Terence J**, Abastecimiento de agua y alcantarillado, 6ta Ed. Colombia, McGraw – Hill 1999.
- **Burbano Guillermo**, Criterios básicos para diseños de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario. Quito PUCE 1993.
- **Subsecretaria de Saneamiento Ambiental**, SSA( EX \_IEOS) Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes. Quito 1993.
- **Cámara de la construcción de Quito**, Manual de costos para la construcción, Quito 2009.

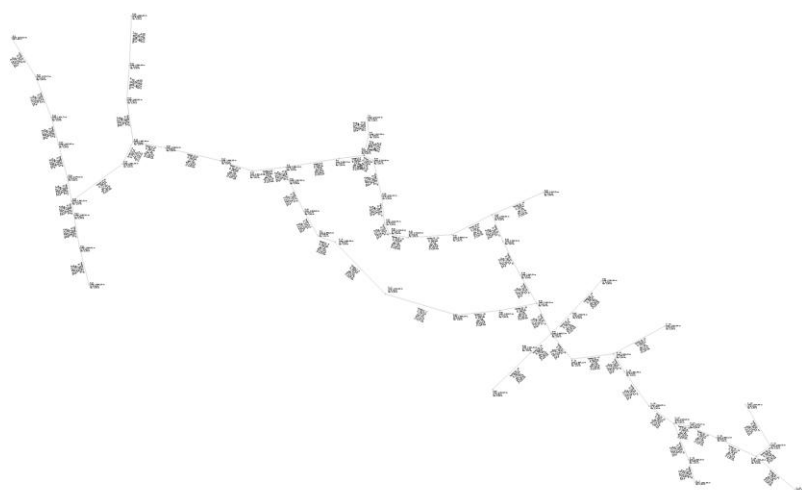
## **ANEXOS**

**ANEXO**

**ALCANTARILLADO SANITARIO**

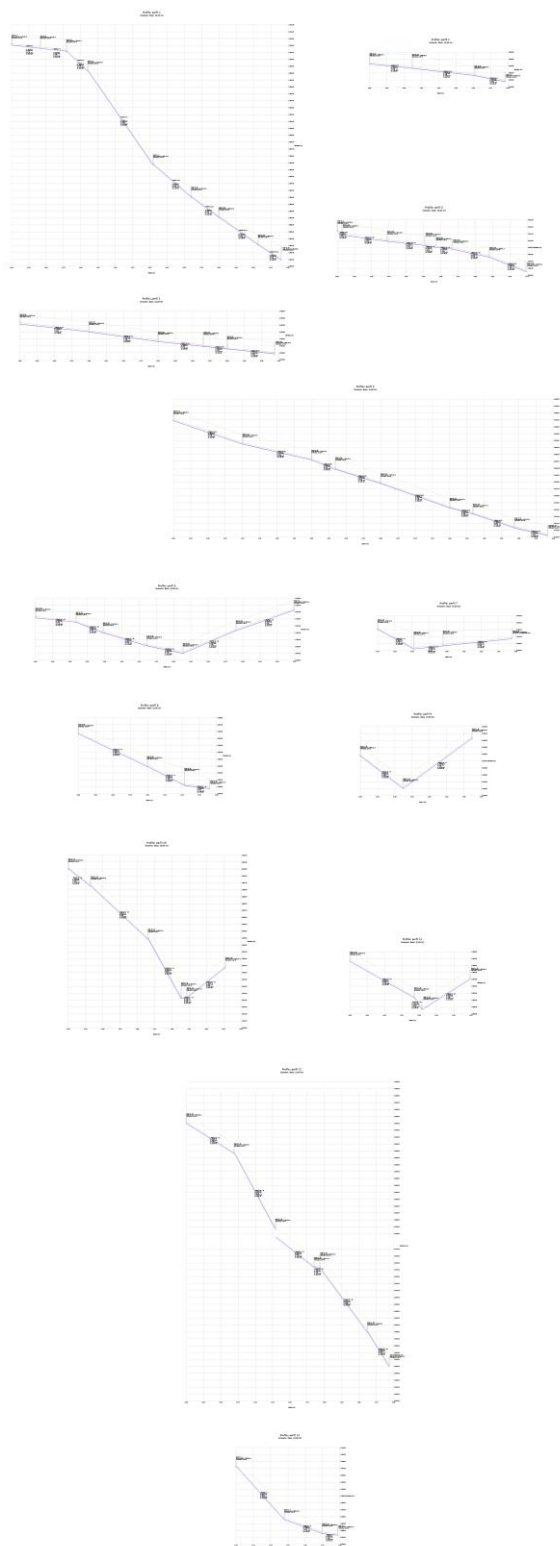






PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE CIVIL		COMUNIDAD: BARRIO TANIALO		
PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS		PROVINCIA: COTOPAXI	CANTON : LATACUNGA	PARROQUIA: TANIALO
CONTIENE: PERFILES -SEWERCAD		FECHA: SEPTIEMBRE / 2011		REALIZADO POR: HECTOR FABIAN ALMEIDA
DIRECTOR DE TESIS: ING. HERNAN ROMERO	REVISOR: ING. MIGUEL ARAQUE		ESCALA: 1-5000	SUPERFICIE: 17.931 has JUAN FERNANDO TERAN

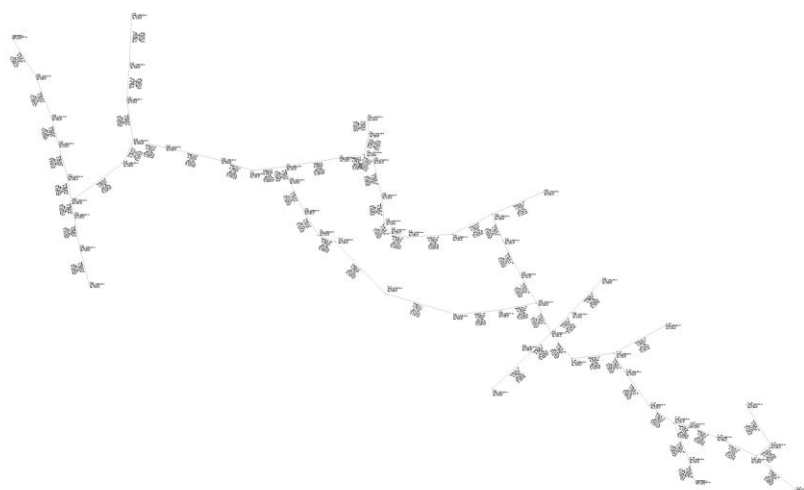




PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE CIVIL		COMUNIDAD : BARRIO TANALO	
PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS		PROVINCIA: COTOPAXI	PARRROQUIA: TANALO
CONTIENE: PERFILES -SEWERCAD		FECHA: SEPTIEMBRE / 2011	REALIZADO POR: HECTOR FABIAN ALMEIDA
DIRECTOR DE TESIS: ING. HERNAN ROMERO	CONECTORES: ING. GUSTAVO YANEZ	ESCALA: 1-5000	SUPERFICIE: 17.931 has JUAN FERNANDO TERAN

**ANEXO**

**ALCANTARILLADO PLUVIAL**



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE CIVIL		COMUNIDAD: BARRIO TANIALO		
PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS	PROVINCIA: COTOPAXI		CANTON : LATACUNGA	PARROQUIA: TANIALO
CONTIENE: PERFILES -SEWERCAD	FECHA: SEPTIEMBRE / 2011		REALIZADO POR: HECTOR FABIAN ALMEIDA	
DIRECTOR DE TESIS: ING. HERNAN ROMERO	REVISOR: ING. MIGUEL ARAQUE		ESCALA: 1-5000	SUPERFICIE: 17.931 has JUAN FERNANDO TERAN

